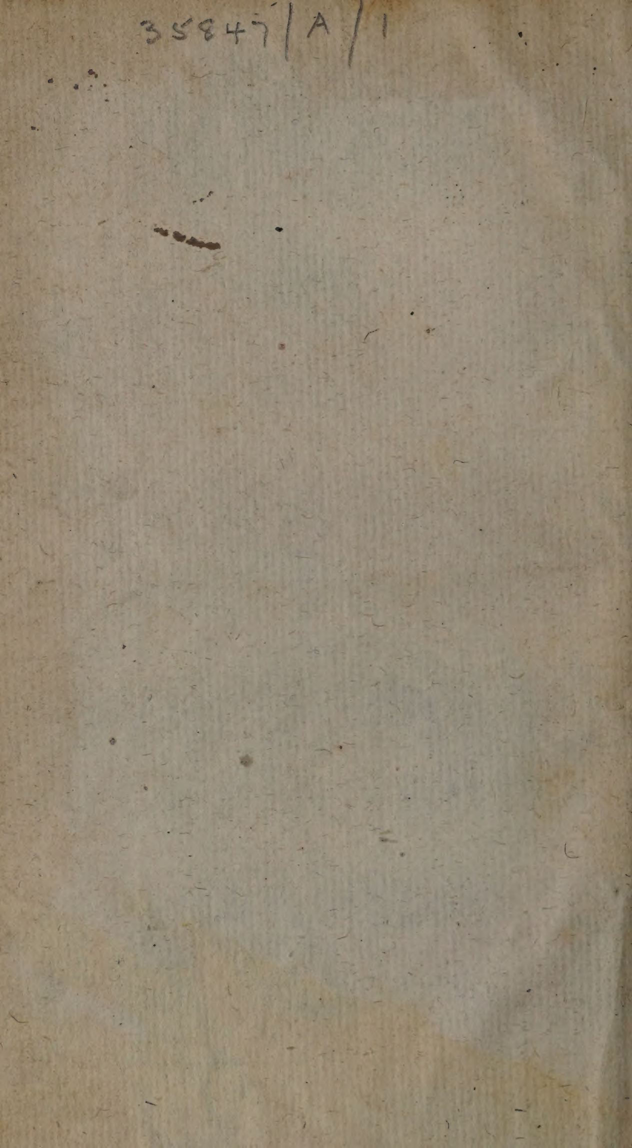







35847 | A | 1

2 Vol.

De Cayrol.

Voy. Philosophie N.° 51.



CHEZ Z. CHATELAIN, & FILS,
A. AMSTERDAM.

ELEMENS
DE LA
PHILOSOPHIE MODERNE,

QUI CONTIENNENT

LA PNEUMATIQUE, LA METAPHYSIQUE, LA PHYSIQUE EXPERIMENTALE, LE SYSTEME DU MONDE, SUIVANT LES NOUVELLES DECOUVERTES.

Ouvrage enrichi de Figures.

PAR MR. PIERRE MASSUET,
Docteur en Médecine.

TOME PREMIER.



A AMSTERDAM,
Chez Z. CHATELAIN ET FILS.
MDCCLII.




WELLCOME
HISTORICAL
MEDICAL
LIBRARY



PREFACE
DE
L'AUTEUR.



E n'ai composé ce petit Ouvrage qu'en faveur de ceux qui veulent être Philosophes à bon marché. Après avoir fait choix de tout ce que j'ai pu trouver de meilleur & de plus à la mode, j'ai réduit chaque chose presque à ses élémens, ayant évité, autant qu'il m'a été possible, d'entrer dans des détails ou peu instructifs, ou qui ne sont pas à la

portée de tout le monde. J'ai tâché d'imiter la Nature, qui met par-tout l'épargne dans l'exécution. La Philoſophie eſt une eſpèce d'enchère, où ceux qui offrent de faire les choſes à moins de fraix, l'emportent ſur les autres. On aime aſſez à s'inſtruire, mais on craint la peine & le travail. Il en eſt d'un gros Ouvrage comme d'un fardeau trop peſant; on ne veut pas y toucher. Dans les meilleures choſes la profuſion nous dégoute, & leur trop grand éloignement ne nous frape point. *Nous ſommes*, dit Montagne, *tous contraints & amoncellés en nous, & avons la vue racourcie à la longueur de notre nez.*

J'ai raſſemblé ſous un même point de vue une infinité d'objets diſperſés çà & là, ſouvent ſans ordre, ſans liaiſon. On les voit ici enſemble preſque du même coup d'œil, de même qu'on découvre tout à la fois de vaſtes régions ſur une Carte géographique. On peut aller à la Vérité par pluſieurs routes: la plus courte, celle

celle qui fatigue le moins, eſt la meilleure; & c'eſt celle que j'ai tâché de ſuivre.

Les Sources où j'ai puiſé, ſont les Ouvrages de ces Grands-hommes qui ont ſondé la Nature, & l'ont comme forcée à leur reveler ſes ſecrets. Tout le mérite de la Phyſique moderne eſt dû aux travaux de ces excellens Guides, à la force de leur génie, à la ſagacité de leur eſprit. Par des expériences ſans nombre ils ont dévoilé la Nature, & nous ont fait voir un ſpectacle d'autant plus ſurprenant, qu'il étoit nouveau & imprévu. Deſcartes, Newton, Caſſini, Huyghens, Perrault, Bernoulli, Keill, 's Graveſande, Boerhave, Muſſchenbroek, Maupertuis, de Mairan, Wolff, Voltaire, Deſaguliers, le Cat, les Abbés Pluche & Nollet; voila les principaux Auteurs que j'ai ſuivis, & à qui je ſuis redevable de ce qu'il peut y avoir de bon dans ces Elémens.

Mais celui de ces Philoſophes dont j'ai le plus profité, c'eſt l'Illuſtre *'s Graveſande*, l'ornement de cette

République, & l'un des plus Grands-hommes qu'elle ait jamais produits. Il possédoit à fond toutes les parties de la Philosophie; tout ce qu'elle a de plus sublime lui étoit familier. Quelle sagacité dans sa Métaphysique? Quelle précision, quelle justesse dans sa Logique! Quelle profondeur, quelle pénétration dans sa Physique! Plein d'amour pour la Vérité, il la préféroit à tout. La Raison, la Nature étoient ses Guides. Tout ce qu'il établit est ou démontré mathématiquement, ou fondé sur les expériences. Point de conjectures hazardées dans ses Ecrits. Dans toutes ses recherches il suit la Nature, il ne la prévient point par des jugemens précipités. Adopte-t-il un Systême, c'est que ce Systême s'accorde avec les phénomènes. Ici il suit Newton, là il l'abandonne. Un phénomène lui paroit-il incompréhensible, il n'entreprend pas de l'expliquer; il le laisse là pour ce qu'il est. *Non enim nos Deus ista scire, sed tantummodo uti voluit.* Décide-t-il, c'est toujours modestement, & avec une espèce de timidité. Ou-

Outre cette Philoſophie, qui nous apprend à connoître la Nature, il poſſédoit au ſuprême degré celle qui va juſqu'au cœur, & qui y établit cette douce & délicieuſe tranquilité qui fait le bonheur de l'Homme. Lorsque la mort vient lui ravir, dans un très court eſpace de tems, deux Enfans chéris, qui promettoient beaucoup, & qu'il faiſoit élever ſous ſes yeux par un homme de mérite (*a*); après avoir verſé un torrent de larmes, après s'être abandonné à ces prémiers mouvemens qu'inſpire une tendreſſe vraiment paternelle, il rentre en lui-même, & ſa raiſon modérant les ſentimens que lui inſpiroit la Nature, il ſe ſoumet aux ordres de la Providence, dont il adore les jugemens. Il aimoit à faire du bien aux Hommes, à ceux mêmes qu'il connoiſſoit à peine, aux Etrangers. Lorſqu'il rendoit ſervice, c'étoit toujours avec une affabilité qui gagnoit les cœurs. Je l'ai éprouvé moi-même,

(*a*) Mr. Allamand, aujourdhui Profeſſeur en Philoſophie dans l'Univerſité de Leyde.

me, & le ſouvenir de ce que je dois à un ſi Grand-homme m'a porté à faire cette digreſſion, pour donner à ſes Manes un témoignage public de ma reconnoiſſance.

Sur quantité de queſtions qui partagent les Philoſophes, je n'ai pris aucun parti: j'ai expoſé le pour & le contre, & laiſſé au Lecteur tout le droit qu'il a de ſe déterminer comme bon lui ſemble. Ce n'eſt pas à moi à donner le branle aux déciſions des autres. Dailleurs je n'aime point à décider. Je me ſuis ſi ſouvent trompé, ſoit faute d'attention, ou pour avoir trop déféré à l'autorité de mes Maîtres, que je n'ai plus ſur bien des choſes que de ſimples idées proviſionelles. *Dicendum eſt, ſed ita ut nihil affirmem, quæram omnia, dubitans plerumque, & mihi diffidens* (a).

Irai-je affirmer que le Feu & la Lumière ſont deux Élémens qui diffèrent eſſentiellement l'un de l'autre, ou qu'il n'y a entre eux nulle différence? S'il n'y a ſur cette queſtion que de ſimples probabilités à allé-guer;

(a) Cicero, *de Divinat.* L. II. C. 3.

ſtêmes, quelque ingénieux qu'ils ſoient, ſont-ils autre choſe qu'un pur Roman? Tout ce que nous pouvons avancer hardiment, c'eſt qu'à la honte de tous ces beaux & grands Génies, & de l'aveu même de tous les Philoſophes modernes les plus ſenſés, nous ne connoiſſons point & ne connoitrons jamais le fond de la Nature, ni les reſſorts qui la font agir, & que la ſtructure de l'Univers entier, & de chacune de ſes parties, eſt pour nous un myſtère impénétrable. C'eſt être fou que de vouloir aller beaucoup au-dela du ſenſible, & d'exercer notre foible raiſon ſur ce que Dieu a jugé à propos de nous cacher.

Si tu veux éviter les écueils ordinaires,
Où ſe briſe l'orgueil des Eſprits téméraires,
Sur des Mondes ſans nombre éloignés de tes yeux,
Garde-toi de porter des regards curieux;
Cherche Dieu dans ce Monde, où ſa vive lumière
S'offre de toutes parts à ta foible paupière.
Tu ne peux d'un regard voir les reſſorts divers,
Dont le parfait concert entretient l'Univers;
Pénétrer par quel art la Puiſſance Suprême,
Des Tourbillons errans a réglé le Syſtême;

Par-

Parcourir les Sôleils, lès Globes radieux,
Et les Etres divers qui rempliſſent les Cieux:
Et tu veux des Decrets, qui formèrent lé Monde,
Comprendre clairement la Sageſſe profonde.
Dans les liens du corps ton eſprit arrêté,
Au céleſte Conſeil a-t-il donc aſſiſté?
Eſt-ce une main divine, ou toi, foibleſſe humaine,
Qui formas, qui ſoutiens cette inviſible chaîne,
Dont l'effort inſenſible attire tous les corps,
Et qui les attirant dirige leurs reſſorts (a)?

(a) Pope, *Eſſai ſur l'Homme*, Epit. I, v. 29 & ſuiv.



TABLE
DES
CHAPITRES,

Contenus dans les Elémens de la Philosophie Moderne.

CHAP.

LIVRE TROISIEME.

CHAP.

CHAP.

 nivers.



ELEMENS DE LA PHILOSOPHIE MODERNE,

QUI CONTIENNENT

LA PNEUMATIQUE, LA METAPHYSIQUE, ET LA PHYSIQUE EXPERIMENTALE.

INTRODUCTION.

De la Philoſophie en général.

D. QU'eſt-ce que la Philoſophie? Ce que c'eſt que la Philoſophie.

R. La Philoſophie, ſuivant la définition même de ce terme, n'eſt autre choſe que l'Amour de la Sageſſe.

D. Quels ſont les objets de cette Science? Objets de cette Science.

R. Tout ce qui exiſte: Dieu, Créateur de toutes choſes; les Eſprits; l'Ame hu-

 maine;

maine; celle des Bêtes; tous les Globes qui composent l'Univers; le Vuide même, ou L'Espace immense qui les contient, avec ce nombre prodigieux de Corps animés, ou inanimés, qui appartiennent à chacun de ces Mondes.

Combien elle est étendue.

D. A combien de Chefs peut-on réduire une Science si étendue?

R. On ne sauroit en faire une juste division. Nous ne connoissons qu'une très petite partie de ce qui existe. Outre ces Mondes, que nous ne voyons que dans un grand éloignement, il y a en peut-être une infité d'autres, qui sont hors de la portée de notre vue. Peut-être aussi que tous ces Astres, tant ceux que nous voyons, que ceux qui échapent à notre vue, ont aussi leurs Habitans, comme la Terre a les siens; & ces Habitans nous étant inconnus, de même que ces Mondes où ils sont leur séjour, ils ne sauroient devenir l'objet de nos connoissances.

Qui sait d'ailleurs si Dieu n'a pas créé, outre notre Ame & celles des Animaux, une infinité d'autres Substances pensantes, privées de toute matière, ou unies à des Corps si fins, si subtils & si déliés, qu'elles échapent à nos sens? Ainsi en nous bornant à ce que nous connoissons, nous pouvons diviser toute la Philosophie en trois parties principales, auxquelles il est facile de rapporter toutes les autres.

Ses parties.

D. Quelles sont ces parties de la Philosophie?

R. La prémière est la Pneumatique; la seconde, la Méthaphysique; la troisième, la Physique.

LIVRE



LIVRE PREMIER.

De la Pneumatique.

D. QU'entendez - vous par la Pneumatique? Ce que c'est que la Pneumatique.

R. C'est cette partie de la Philosophie, qui traite de Dieu, de l'Ame de l'Homme, & de celle des Bêtes.

✻✻✻✻✻✻✻✻✻✻✻✻✻✻✻✻✻✻✻✻✻✻✻✻✻✻✻✻✻

CHAPITRE I.

De Dieu.

D. QUelle est l'idée qu'on doit se former de Dieu? Idée qu'on doit se former de Dieu.

R. L'idée d'un Etre éternel, infini, tout-puissant, Créateur de l'Univers; l'idée d'un Maître qui a mis une rélation entre lui & ses Créatures; car sans cette rélation la connoissance d'un Dieu n'est qu'une idée stérile, qui laisse le Genre-humain sans Morale & sans Vertu.

D. Quelle est la plus forte preuve de son existance? Preuve de l'existance de Dieu, tirée des Causes finales.

R. C'est celle qui se tire des Causes finales. Les desseins variés à l'infini, qui éclatent dans les plus vastes & les plus petites

tites parties de l'Univers, ſont une démonſtration ſenſible qu'il eſt l'Ouvrage d'un Artiſan infiniment habile.

D. Vous croyez donc qu'il n'y a rien, & qu'il n'arrive rien dans l'Univers, qui ne marque un deſſein?

R. N'en doutez pas. C'eſt être aveugle, que de ne pas s'apercevoir que le Créateur s'eſt propoſé dans le moindre de ſes Ouvrages, des fins, qu'il obtient toujours, & que la Nature travaille ſans ceſſe à exécuter. Plus on étudie la Nature, plus on y découvre les vues & l'art du Créateur dans la fabrique du Monde & de la moindre de ſes parties.

Réponſe à l'objection tirée des maux qui règnent dans le Monde.

D. Il paroit tant d'imperfections dans certaines parties de notre Globe, & on voit régner tant de maux dans le Monde, qu'on ſeroit preſque porté à croire que cet Univers n'eſt qu'un cahos, une maſſe deſordonnée, ſans harmonie & ſans liaiſon. Or je voudrois bien ſavoir s'il peut y avoir un deſſein marqué dans un Ouvrage où l'on entrevoit tant de deſordres.

R. Voici de quoi vous ſatisfaire & contenter votre juſte curioſité. Concevez d'abord que ce Monde-ci eſt le meilleur des Mondes poſſibles, celui où il règne le plus de variété avec le plus d'ordre, & où le plus d'effets ſont produits par les Loix les plus ſimples. C'eſt l'Univers qui occupe la pointe de la Piramide de tous les Mondes poſſibles, & qui n'en a point au deſſus de lui, mais bien une infinité au-deſſous, qui décroiſſent en perfection, & qui n'étoient point dignes par conſéquent d'être choiſis par un Etre infiniment ſage.

Cela poſé, toutes les objections tirées des maux,

maux, qu'on voit régner dans ce Monde, s'évanouissent par ce principe, que Dieu les soufre dans l'Univers, entant qu'ils entrent dans la meilleure suite des choses possibles, dont ils ne sauroient être ôtés, sans ôter quelques perfections au tout; car tout l'Univers est lié ensemble, le moindre evènement tient à une infinité d'autres qui l'ont précédé, & une infinité d'autres tiennent à lui & en naîtront.

Ainsi, pour juger d'un evènement, il n'en faut pas juger en particulier, & hors de la liaison & de la suite des choses; mais il en faut juger par raport à l'Univers entier, & par les effets qu'il produit dans tous les lieux, & dans tous les tems. Vouloir juger par un mal aparent de la perfection de l'Univers, c'est juger d'un Tableau entier par un seul trait; & c'est une chimère de s'imaginer que toutes les imperfections puissent être ôtées, & le tout rester le même, ou devenir plus parfait: l'imperfection dans la partie contribue souvent à la perfection du tout; car, lorsqu'il faut satisfaire à plusieurs règles à la fois, pour arriver à une perfection générale, les règles se contredisent souvent, & forcent à des exceptions qu'il est impossible d'éviter, d'où naissent les imperfections dans la partie, lesquelles ne laissent pas de contribuer au tout le plus parfait qu'il soit possible d'exécuter.

L'oeil humain, par exemple, ne pourroit voir les moindres parties d'un objet sans perdre la vue du tout; nous verrions quelques points très distinctement, si nos yeux étoient des Microscopes, mais nous en perdrions l'ensemble. Il faut donc que

notre vue ſoit moins diſtincte pour ſe proportionner à nos beſoins, puisque la diſtinction des moindres parties, & la vue totale de l'enſemble ne peuvent être réunies; car il nous eſt plus utile de voir l'objet entier, que de diſtinguer tous ſes points les uns après les autres: ainſi c'eſt une chimère de croire que l'œil de l'Homme eût été plus parfait, s'il eût diſtingué les moindres parties des choſes, puiſqu'au contraire une telle vue nous eût été presque inutile.

Concevez que l'Homme entier eſt comme ſon œil, qui en fait partie, toute imperfection ne peut lui être ôtée, il eſt, par ſon eſſence un Etre limité: Or combien de maux ne nous arrive-t-il pas, parce que nous ne pouvons pas tout ſavoir, tout entendre, ni nous trouver par-tout, où notre préſence ſeroit néceſſaire; mais ce ſont là des facultés que l'Homme ne pourroit avoir ſans devenir Dieu, ainſi ces imperfections ſont des imperfections néceſſaires.

Il faut cependant avouer que nous ne pouvons voir ce grand Tableau de l'Univers, ni montrer en détail comment la perfection du tout réſulte des imperfections aparentes que nous croyons voir dans quelques parties; car il faudroit, pour cela, ſe repréſenter l'Univers entier, & pouvoir le comparer avec tous les autres Univers poſſibles, ce qui eſt un attribut de la Divinité. Mais nôtre impuiſſance ſur cela ne peut nous faire douter, que l'Intelligence ſuprême n'ait choiſi le meilleur des Monde pour lui donner l'exiſtance; car l'Etre néceſſaire, qui ſe ſuffit à lui-même, & qui n'a beſoin d'aucune choſe hors de lui, n'a

pu

pu se proposer d'autres fins dans la création de cet Univers, que de communiquer une partie de ses perfections à ses Créatures, & de faire un Ouvrage digne de lui, puisqu'il se seroit manqué à lui-même, & qu'il auroit dérogé à ses perfections, s'il avoit produit un Monde indigne de sa sagesse.

D. N'y a-t-il pas d'autres preuves de l'existance de Dieu, que celle qui se tire des Causes finales?

Autres Preuves métaphysiques de l'Existance de Dieu.

R. Il y en a d'autres, & même en assez grand nombre; mais elles ne sont ni à la portée de tout le monde, ni même goutées de quelques Philosophes.

D. Quelles sont-elles, ces autres preuves?

R. En voici quelques-unes, qui m'ont paru les plus convaincantes, mais elle demandent un peu d'attention.

1. Ce qui est contradictoire ou impossible, ne peut être ni conçu, ni imaginé. L'union des termes, qui signifient des choses contradictoires, ne peut exprimer une idée, ni former une proposition intelligible. Or, lorsque je dis: Il y a un Etre unique, infini, éternel, tout-puissant, tout-intelligent, Cause libre de tout ce qui est, ou peut être, j'entens tout ce que je dis, j'en ai une idée claire & distincte; &, loin que ces termes soient contradictoires, je trouve au contraire que tout ce qu'ils expriment se suppose réciproquement. Donc il n'implique point contradiction que l'Etre éternel & tout-puissant, que je nomme Dieu, existe.

Tout ce qui n'implique point contradiction, est ou peut être, est nécessaire ou pos-

possible. L'existance nécessaire d'un Etre éternel, infini & tout-puissant, n'est pas possible en ce sens, qu'elle puisse être produite, puisque cela est contradictoire dans les termes mêmes. Cette existance n'est pas impossible, elle est aussi nécessaire, donc, non seulement l'Etre unique, éternel, infini, tout-puissant, tout-intelligent, Cause nécessaire, mais libre, de tout ce qui est ou peut être, existe, mais il est impossible qu'il n'existe pas; ainsi il est nécessairement & essentiellement tel & existant.

2. Le fameux Descartes s'est assuré de son existance, en se disant à lui-même: *Je pense, donc je suis.* Cette conséquence est juste. Or, puisque je suis, puisque j'existe, il y a donc quelque chose qui existe. Mais puisqu'il y a quelque chose qui existe, il faut nécessairement que quelque chose ait existé de toute éternité, sans cela il faudroit que le néant, qui n'est qu'une négation, eût produit tout ce qui existe, ce qui est contradictoire, car c'est dire qu'une chose a été produite, & ne reconnoître cependant aucune cause de son existance.

L'Etre, qui a existé de toute éternité, doit exister nécessairement, & ne tenir son existance d'aucune cause; car, s'il avoit reçu son existance d'un autre Etre, il faudroit que cet autre Etre existât par lui-même, & alors c'est lui dont je parle, & c'est Dieu, ou bien il tiendroit encore son existance d'un autre.

Vous voyez donc qu'en remontant ainsi d'Etre en Etre, il faut enfin arriver & s'arrêter à un Etre nécessaire, qui existe par lui-même, ou bien admettre une chaîne infinie

finie d'Etres, lesquels, pris tous ensemble, n'auront aucune cause externe de leur existance, puisque tous les Etres entrent dans cette chaîne infinie, & qui, chacun en particulier, n'en auront aucune cause interne, puisqu'aucun n'existe par lui-même, & qu'ils tiennent tous l'existance les uns des autres dans une gradation à l'infini. Ainsi, c'est supposer une chaîne d'Etres qui, séparément, ont été produits par une cause, & qui, tous ensemble, n'ont été produits par rien, ce qui est une contradiction manifeste. Il y a donc un Etre, qui existe nécessairement, puisqu'il implique contradiction qu'un tel Etre n'existe pas.

3. Jettez les yeux sur l'Univers, considérez sur-tout ce Globe que nous habitons, vous ne voyez que succession dans tous les Etres qui s'y trouvent, à peine paroissent-ils sous certaines formes régulières, qu'ils retombent bientôt après dans le cahos de la matière informe dont ils ont été tirés; rien n'y jouit d'un état nécessaire, tout se succède, les Animaux, les Plantes, tous les Corps organisés, & nous nous succédons nous-mêmes les uns aux autres avec une rapidité étonnante. Il n'y a donc que de la contingence dans tous les Etres qui nous environnent, c'est-à-dire, que le contraire est également possible, & n'implique point contradiction, car c'est ce qui distingue un Etre contingent d'un Etre nécessaire.

Tout ce qui existe, a une raison suffisante de son existance, ainsi il faut que la raison suffisante de l'existance d'un Etre soit dans lui, ou hors de lui : Or la raison de l'existance d'un Etre contingent ne peut

être dans lui, car s'il portoit la raiſon ſuffiſante de ſon exiſtance en lui, il ſeroit impoſſible qu'il n'exiſtât pas, ce qui eſt contradictoire à la définition d'un Etre contingent; la raiſon ſuffiſante de l'exiſtance d'un Etre contingent doit donc néceſſairement être hors de lui, puiſqu'il ne ſauroit l'avoir en lui-même.

Cette raiſon ſuffiſante ne peut ſe trouver dans un autre Etre contingent, ni dans une ſuite de ces Etres, puiſque la même queſtion ſe retrouvera toujours au bout de cette chaîne, quelque loin qu'on la puiſſe étendre. Or, puiſque cet Univers porte des marques viſibles d'une exiſtance contingente, il ne peut contenir la cauſe de ſon exiſtance, ainſi il faut en venir à un Etre néceſſaire, qui contienne la raiſon ſuffiſante de l'exiſtance de tous les Etres contingens, & de la ſienne propre, & cet Etre ne peut être que le Dieu que nous cherchons.

Objections contre une des Preuves précédentes, tirée de la Succeſſion des Etres.

D. Pourquoi dites-vous que quelques Philoſophes ne goutent point ces preuves, elles me paroiſſent ſi ſolides, que je ne vois pas ce qui les empêche de ſe rendre à leur évidence. Je conviens que la preuve tirée des Cauſes finales eſt plus à la portée de tous les Eſprits, il me paroit même qu'elle eſt la plus forte qu'on puiſſe alléguer; mais je ne conçois pas qu'on puiſſe infirmer celle qui ſe tire de la ſucceſſion des Etres, puiſqu'il réſulte de cette ſucceſſion que tout ſeroit effet, & que rien ne ſeroit Cauſe.

R. Le fameux Newton, quoique très perſuadé de l'exiſtance d'un Dieu, trouvoit que la preuve tirée de cette ſuite de générations

rations sans Cause, n'étoit fondée que sur l'équivoque de générations & d'Etres formés les uns par les autres; car les Athées, qui admettent le Plein, répondent qu'à proprement parler il n'y a point de générations, qu'il n'y a point d'Etres produits, en un mot qu'il n'y a point plusieurs Substances. Ils prétendent que l'Univers est un Tout, existant nécessairement, qui se dévelope sans cesse: c'est un même Etre, dont la nature est d'être immuable dans sa substance, & éternellement varié dans ses modifications.

Ainsi l'argument tiré seulement des Etres, qui se succèdent, prouveroit peut-être peu contre l'Athée qui nieroit la pluralité des Etres. Il faudroit donc le combattre avec d'autres armes: il faudroit lui prouver que la Matière ne peut avoir d'elle-même aucun mouvement: il faudroit lui faire entendre que, si elle avoit le moindre mouvement par elle-même, ce mouvement lui seroit essentiel; il seroit alors contradictoire qu'il y eût du repos. Mais si l'Athée répond qu'il n'y a rien en repos, que le repos est une fiction, une idée incompatible avec la nature de l'Univers; qu'une Matière infiniment déliée circule éternellement dans tous les pores des Corps: s'il soutient qu'il y a toujours également des forces motrices dans la Nature, & que cette permanente égalité de forces semble prouver un mouvement nécessaire; alors il faut encore recourir contre lui à d'autres armes, & il peut prolonger le combat.

D. A-t-on répondu à toutes ces objections des Athées?

R. Oui, & même très solidement. Mais, Réponse.

quand même ils chercheroient à affoiblir par leurs objections la force de l'argument en question, ils ne sauroient résister à l'évidence de la preuve tirée de l'ordre admirable qui règne dans le Monde. Cette preuve, que vous trouvez dans les Livres Sacrés, & dont St. Paul s'est servi, est la preuve métaphysique la plus frapante, la plus facile à concevoir, & qui parle le plus fortement à l'Homme.

Confirmation de la Preuve tirée des Causes finales.

Pour convaincre les Incrédules de la force de cette preuve, supposez que des Etres pensans & raisonnables vivent seulement un an dans une Ile du Nord, où il y ait, ce qui arrive quelquefois, huit jours de glace & de brume vers la fin du mois de Mai; qu'à cette gelée succèdent trois ou quatre jours d'un Soleil ardent & d'un chaud excessif; qu'un grand Vent survienne, qui abatte tous les arbres, & amène des Insectes qui ravagent les Moissons & les Fruits; qu'il y ait pendant ces quinze jours un quartier de Lune très brillante, ensuite une Eclipse de Soleil; qu'après on perde longtems de vue ces Astres; qu'un tremblement de Terre survienne, qu'une partie des Habitans en soit engloutie dans la Terre; qu'une autre meure de faim & de maladie; qu'une autre soit dévorée par les Bêtes féroces; alors ces Etres raisonnables, ne trouvant dans ce Cahos d'horreurs, que confusion & malfaisance, croiront-ils volontiers des argumens métaphysiques, qui prouvent un Etre souverainement sage & bienfaisant.

Placez au contraire ces Créatures dans nos Climats, & donnez-leur une vie assez longue pour suivre & admirer le cours régulier

gulier des Aſtres, pour entrer dans le détail immenſe des biens prodigués autour de nous & dans nous, pour voir par-tout des principes & des conſéquences, & des bienfaits infinis; y aura-t-il alors quelque argument métaphyſique plus fort que ce qu'ils auront vu? Il faut avouer qu'il n'y a point de raiſonnement plus convaincant & plus beau en faveur de la Divinité, que celui de *Platon*, qui fait dire à un de ſes Interlocuteurs: *Vous jugez que j'ai une Ame intelligente, parce que vous appercevez de l'ordre dans mes paroles & dans mes actions; jugez donc, en voyant l'ordre de ce Monde, qu'il y a une Ame ſouverainement intelligente.*

Voici un principe de la dernière évidence, & que le Sens commun dicte naturellement, c'eſt que tout ce qui marque un but, un deſſein, marque également une intelligence & un pouvoir d'exécuter, & que cette intelligence & ce pouvoir ſont d'autant plus grands, que le deſſein eſt plus grand & qu'il eſt plus parfaitement exécuté. Ce principe reconnu pour vrai, & il l'eſt en effet, quel eſt l'homme qui contemplant la ſtructure de l'Univers, qui examinant la ſienne propre, celle des Animaux, des plus petits Inſectes, ou de la Plante la plus commune, ne reconnoiſſe pas une Intelligence infinie, qui a ordonné les choſes avec un deſſein formé de les faire telles, pour répondre à un tel but, & qui, malgré l'imperfection inévitable à des Etres bornés, n'admire la puiſſance qui a pu exécuter un deſſein ſi magnifique, ſi vaſte, ſi durable, ſi varié?

D. Voila l'exiſtance de Dieu bien démon- Attributs de Dieu.

montrée, faites-moi maintenant connoître quels ſont ſes Attributs.

R. Les principaux Attributs de Dieu ſont l'Infinité, la Néceſſité de ſon exiſtance, l'Eternité, l'Immutabilité, la Simplicité, l'Unité, l'Intelligence, la Sageſſe, la Bonté, &c.

Son Infinité.

D. Qu'eſt-ce que l'Infinité de Dieu?

R. Nous devons entendre par Infini, ce qui eſt tel qu'il n'y a rien au-delà, ce qui ne peut être ni plus, ni moins, ni augmenté, ni diminué. En effet, ſi je n'avois pas l'idée d'un Dieu, ou d'une Puiſſance infiniment ſupérieure à la mienne, comment connoitrois-je que la mienne eſt bornée? S'il n'y en avoit point de ſupérieure, elle feroit la plus grande, ou du moins il n'y en auroit point de plus grande, c'eſt-à-dire, qu'elle pourroit faire tout ce qui eſt poſſible; mais, loin de ſentir que ma puiſſance ſoit telle, je ſens, au contraire, qu'entre elle & la Puiſſance infinie, il peut y avoir un nombre ſi prodigieux de degrés de Puiſſances toutes ſupérieures les unes aux autres, & bornées par une Puiſſance ſans bornes, que je ne puis en déterminer le nombre. Ainſi je ſens qu'il y a néceſſairement une Puiſſance infinie quelconque, puiſque ſans elle tout ce qui eſt poſſible ne feroit pas poſſible, qu'il n'y auroit aucune Puiſſance que des Puiſſances bornées, & que tout ce qui eſt borné ſuppoſe néceſſairement quelque choſe de plus grand que ſoi, & qu'ainſi de toute grandeur bornée le terme eſt l'Infini, qui n'en a point.

L'idée de l'Infini fait donc que j'ai celle de bornes, ou de divers dégrés de grandeur, dont il eſt le terme, deſorte que tout mot comparatif, tout mot qui marque du

plus

plus ou du moins, tels que sont ceux-ci, grand, petit, limité, défectueux, successif, fini, indéfini, suppose toujours un Infini réel; car l'indéfini n'est que ce qui est indéterminé & tel, qu'il peut y avoir quelque chose de plus grand ou de plus petit, qui n'est pas déterminé.

On sent distinctement qu'il ne se peut pas faire que l'Infini ne soit pas, puisque tout ce qui est borné le suppose; & on sent de même qu'une Puissance infinie, qui peut faire tout ce qui est possible, n'est pas possible en ce sens qu'elle puisse être produite, puisqu'elle ne pourroit l'être que par une plus puissante, ce qui est contradictoire. Cet Infini que nous sentons, qui est au-delà de toutes les bornes, au-delà de toutes les grandeurs, n'est autre que Dieu; donc Dieu est infini.

Nécessité de son Existance.

D. Qu'entendez-vous par la Nécessité de l'existance de Dieu?

R. J'appelle Etre nécessaire, celui qui ne peut pas ne point être. Suivant cette définition, Dieu est un Etre nécessaire, puisque cette nécessité d'existance n'est qu'une suite de son infinité. L'idée d'infini doit donner celle de nécessaire; car puisqu'il ne se peut pas faire que l'infini ne soit pas, comme je viens de le démontrer, il suit qu'il existe nécessairement. Or Dieu étant un Etre infini, il est par conséquent un Etre nécessairement existant.

Son Eternité.

D. Qu'est-ce qu'un Etre éternel?

R. C'est celui qui est, sans avoir jamais commencé d'être, & qui ne cessera jamais d'exister.

Comment on la prouve.

D. Comment prouvez-vous l'Eternité de Dieu?

R. Dès que vous supposez que Dieu est un

un Etre qui exiſte par ſoi-même, un Etre néceſſaire, ou qui exiſte d'une néceſſité abſolue, il eſt impoſſible qu'il n'exiſte pas de toute éternité ſans aucun commencement d'exiſtance. Un Etre, qui exiſte par la néceſſité abſolue de ſon exiſtance, n'admet point de condition, & il implique contradiction qu'il n'ait pas toujours exiſté, ou qu'il puiſſe ceſſer d'exiſter. Il n'exiſte pas, parce qu'il exiſte actuellement, mais il exiſte actuellement parce qu'il a toujours exiſté.

Un Etre, au contraire, qui n'exiſte que d'une néceſſité conditionelle, parce qu'il implique contradiction qu'il n'exiſte pas lorsqu'il exiſte, n'eſt qu'un Etre qui a pu ne pas être, & dont l'exiſtance eſt dépendante & empruntée. Vous pouvez détruire tous les Etres qui n'exiſtent que conditionellement, il n'y a point de contradiction qui s'y oppoſe, point de néceſſité d'exiſtance qui rende leur deſtruction impoſſible.

Voulez-vous détruire tout ce qui exiſte, vous ne le pouvez, la néceſſité qu'il y ait quelque choſe d'exiſtant s'y oppoſe. Dès que vous avez un Etre abſolument néceſſaire, eſſentiellement exiſtant, & par conſéquent éternel, la néceſſité abſolue de l'exiſtance de quelque autre Etre que ce ſoit n'eſt plus néceſſaire, & par conſéquent eſt une contradiction.

Si donc il y a pluſieurs Etres qui exiſtent, tous ces Etres, excepté un ſeul, ne ſont que des Etres poſſibles, qui peuvent ceſſer d'être comme ils ont commencé d'exiſter. Or, dès qu'il n'y a qu'un Etre néçeſſairement exiſtant, tous les autres Etres

tres n'étant que possibles, il suit que c'est dans la puissance de ce prémier Etre que réside nécessairement la possibilité de tout ce qui est ou peut être, & qu'ainsi l'Etre nécessaire est le seul Etre éternel, le seul qui ait toujours existé nécessairement, sans avoir pu être produit, sans pouvoir être détruit ou anéanti par aucune autre Puissance, parce qu'il n'y en a aucune plus puissante que lui, aucune qui lui soit antérieure.

Ce qui prouve encore l'Eternité de Dieu, c'est que si l'Etre nécessaire avoit commencé, il faudroit ou qu'il eût agi, avant que d'être, pour se produire, ce qui est absurde, ou bien que quelque chose l'eût produit, ce qui est contre la définition de l'Etre nécessaire. Il ne peut non plus avoir de fin, parce que la raison suffisante de son existance résidant en lui, elle ne peut jamais l'abandonner; d'ailleurs il implique contradiction qu'un Etre nécessaire n'existe pas: or ce qui implique contradiction est impossible; il est donc impossible que l'Etre nécessaire cesse d'exister, il est donc éternel, c'est-à-dire, sans commencement & sans fin.

D. L'Immutabilité de Dieu n'est-elle pas aussi une de ses proprietés, un de ses Attributs. Son Immutabilité.

R. N'en doutez pas, & voici comme on le prouve. Un Etre véritable, un Etre qui n'est qu'*Un*, c'est-à-dire, qui n'est pas un composé d'Etres, & qui est nécessairement & essentiellement tel qu'il est, doit être, & est effectivement, par les termes mêmes, inaltérable & immuable dans son état de tel Etre, puisqu'il seroit contradictoire qu'il fût

fût eſſentiellement-tel, & qu'il pût être autrement.

Comment prouvée.

Suppoſons que A ſoit un Etre actif qui produit B. Qu'arrive-t-il à A? Qu'il fait uſage de ſa puiſſance, de la propriété qui le conſtitue un Etre actif; qu'il agit en vertu de ce qu'il eſt un Etre actif, & qu'il ſe trouve un nouveau raport de ſes facultés, un nouveau raport de ſon état de A, eu égard à lui-même, une nouvelle manière d'être, ou une nouvelle rélation, qui n'étoit auparavant que poſſible & qui devient effectuée, lequel raport, ni laquelle rélation, n'ajoutent, ne diminuent, n'altèrent rien dans la nature de l'Etre A, tel qu'il eſt néceſſairement pour être immuablement & inaltérablement A, étant de ſon état de A, entant qu'Etre actif, de pouvoir ſe donner diverſes manières d'être, deſorte que lors même qu'il ſe donne de nouvelles manières d'être, un nouvel état qu'il n'avoit pas, il eſt immuable & inaltérable, parce qu'il eſt de ſa nature eſſentiellement actif, c'eſt-à-dire, qu'il peut produire de nouvelles manières d'être, de nouveaux raports, de nouvelles rélations, ſans ceſſer d'être ce qu'il eſt néceſſairement, puiſqu'au contraire il faut qu'il ſoit néceſſairement tel pour ſe donner ces nouvelles manières d'être, ou ces nouvelles rélations.

Voici un exemple qui rendra la choſe ſenſible. Si A, que je ſuppoſe au côté droit de B, prend la place du côté gauche, occupée par C, il eſt viſible que A ne change point en ſoi, ni que C ne change point; leurs rélations ſont ſeulement changées, ce n'eſt qu'un rapport de ſituation qui réſulte de la nature de ces Etres, dont une des pro-

propriétés eſt de pouvoir être là ou ici, ſe conſervant en ſoi toujours les mêmes, ſoit que leurs raports changent ou ne changent point: B, par exemple, qui eſt ſuppoſé perſévérer dans le même état, a pourtant changé de rélation par le changement de A & de C. Lors donc qu'on dit qu'il arrive du changement à un Etre, c'eſt dire ſeulement que ſes manières d'être ou ſes rélations ſont autres qu'elles n'étoient.

Encore une démonſtration de l'Immutabilité de Dieu, c'eſt que, s'il changeoit, il ne ſeroit plus ce qu'il étoit, & par conſéquent il n'auroit pu exiſter néceſſairement. Il faut de plus, que chaque état ſucceſſif ait ſa raiſon ſuffiſante dans un état précédent, celui-là dans un autre, & ainſi de ſuite: Or, comme dans l'Etre néceſſaire, qui eſt Dieu, on ne parviendroit jamais au dernier état, puiſque cet Etre n'a jamais commencé, un état ſucceſſif quelconque ſeroit ſans raiſon ſuffiſante, s'il étoit ſuſceptible de ſucceſſion; ainſi il ne peut point y avoir de changement, ni de ſucceſſion dans Dieu.

D. Qu'eſt-ce qu'un Etre ſimple?

R. C'eſt un Etre qui n'eſt point compoſé de parties. Ce que c'eſt qu'un Etre ſimple.

D. Expliquez-moi un peu clairement ce que vous entendez par un Compoſé. Et un Etre compoſé.

R. L'explication ſuivante vous en donnera une idée fort claire & fort diſtincte. Si les parties d'un Compoſé ſont ſéparément diſtinctes les unes des autres, & ſont chacune quelque choſe de particulier, ce Compoſé eſt alors conſidéré comme une quantité numérique. Si ces parties ſont adhérentes les unes aux autres, & forment par cet-

cette adhésion un Tout étendu, le Composé est alors considéré comme une quantité mesurable ou continue. Il n'y a point de Composé qui ne soit réductible à l'Unité, d'où il suit que nul Composé n'est au-delà de toute mesure, ni de tout nombre, & que tout Composé étant susceptible de plus & de moins, il ne sauroit jamais être infini.

Dieu est un Etre simple.

D. Suit-il de ces Principes que Dieu n'est point un Etre composé, mais un Etre simple, un Etre qui n'est point un assemblage de parties composantes, de parties simples, ou d'unités quelconques?

R. En voici la preuve. J'ai démontré que Dieu est infini, que c'est un Etre infiniment grand; & j'entens par infini ce qui est tel qu'il n'y a rien au-delà, ce qui n'est susceptible ni de plus ni de moins. Dieu étant donc un Etre infiniment grand, il faut convenir qu'on ne sauroit l'augmenter, on ne sauroit rien ajouter à sa grandeur, puisqu'il seroit contradictoire qu'il fût infiniment grand, & qu'il pût être augmenté. On ne sauroit non plus en rien retrancher, puisqu'il cesseroit d'être infini. Dieu n'étant donc, entant qu'Etre infini, susceptible ni d'augmentation ni de diminution, il est nécessairement simple & indivisible.

Preuve de son Unité.

D. Comment prouvez-vous l'Unité de Dieu?

R. Ce nouvel Attribut résulte encore des précédens, & sur-tout de l'infinité de cet Etre Suprême. En voici la démonstration. S'il y a un Etre infiniment grand, un infini par excellence, il est évident, par les termes mêmes & par ce qui vient d'être établi, qu'il ne peut y en avoir qu'un, puisque,

s'il

s'il y en avoit deux, ils ſe borneroient mutuellement, ce qui eſt une contradiction, d'où il réſulteroit qu'aucun des deux ne ſeroit infini.

La même démonſtration qu'on a donnée pour l'exiſtance d'un Etre néceſſaire doit ſervir ici; car, s'il étoit poſſible que deux Etres exiſtaſſent néceſſairement, & indépendamment l'un de l'autre, il ſeroit poſſible que chacun exiſtât ſeul, & par conſéquent ni l'un ni l'autre n'exiſteroit néceſſairement.

Et de ſon Intelligence infinie.

D. Je n'ai pas de peine à concevoir que Dieu ſoit un Etre intelligent; mais peut-on démontrer qu'il ſoit infiniment intelligent?

R. Oui, on peut le démontrer. Jettez les yeux ſur l'Univers, & vous verrez partout des marques de cette Intelligence infinie. Il y a trop de merveilleux dans ce Tableau, pour croire qu'il ſoit l'Ouvrage d'un Etre borné, c'eſt la production d'une Intelligence infinie, qui a tout vu, tout combiné, tout arrangé. Cette preuve eſt ſi claire, elle eſt ſi forte, qu'on ne ſauroit entreprendre de la réfuter ſérieuſement, ſans renoncer au Sens commun. Tout marque un deſſein, tant dans les maſſes immenſes qui roulent ſur nos têtes, que dans les moindres parties du Monde que nous habitons.

Si cette preuve n'eſt pas capable de convaincre ceux qui n'admirent rien de ce qu'ils voient à chaque inſtant, voici, en leur faveur, une autre ſorte de démonſtration. J'ai fait voir ci-deſſus que l'Etre néceſſaire a dû ſe repréſenter tous les Mondes poſſibles, avant de créer celui-ci. Cela poſé,

voici comme je raiſonne. La repréſentation des choſes fait l'entendement: Or l'Etre néceſſaire n'a pu ſe repréſenter tous les Mondes poſſibles, avant de créer celui-ci, ſans être un Etre intelligent, dont l'entendement eſt infini, car tous les Mondes poſſibles renferment tous les arrangemens poſſibles de toutes les choſes poſſibles. Cet Etre néceſſaire, qui eſt Dieu, eſt donc un Etre infiniment intelligent, qui voit non ſeulement tout ce qui arrive actuellement, mais encore tout ce qui arriveroit dans quelque combinaiſon des choſes poſſibles que ce puiſſe être, car tout ce qui eſt poſſible entre dans les Mondes qu'il contemple ſans ceſſe, & qui ſe jouent, pour ainſi dire, en ſa préſence.

Sa Sageſſe infinie.

D. La Sageſſe de Dieu ne pourroit-elle pas ſe prouver par le choix que Dieu a fait de ce Monde, en lui donnant la préférence à tous les autres Mondes poſſibles qui lui auroient été inférieurs en perfection?

R. Votre penſée eſt fort juſte; car, puiſque nous jugeons ici bas qu'un Etre eſt plus ou moins intelligent, ſuivant qu'il ſe détermine par des raiſons plus ou moins ſuffiſantes, Dieu étant le plus parfait de tous les Etres, aucune de ſes actions ne peut être ſans raiſon ſuffiſante. Or cette raiſon ſuffiſante eſt la ſatisfaction qu'il a trouvée à donner l'exiſtance au plus parfait de tous les Mondes poſſibles.

Cette raiſon n'eſt point hors de Dieu, ni antécédente à lui, mais il la trouve dans lui-même, car tous les Mondes poſſibles avec tous leurs changemens & toutes leurs différences, ſe repréſentent à la fois dans l'en-

l'entendement Divin, c'eſt dans lui-même que Dieu les contemple, & c'eſt en les contemplant, qu'il s'eſt déterminé à créer le plus parfait, c'eſt-à-dire, celui dans lequel toutes les parties tendent avec le plus d'harmonie à une fin générale. Dieu eſt donc infiniment ſage, car il n'appartient qu'à un Etre, dont la Sageſſe eſt infinie, de choiſir le plus parfait.

D. La Toute-puiſſance eſt-elle auſſi un des Attributs de la Divinité? Sa Toute-puiſſance.

R. Elle découle néceſſairement de l'idée qu'on vient de donner d'un Etre éternel & eſſentiellement exiſtant.

D. Cette Toute-puiſſance s'étend-elle à tout?

R. Elle s'étend à tout ce qui eſt poſſible, & qui ne renferme rien de contradictoire.

D. Comment prouvez-vous que cette propriété eſt de l'eſſence de la Divinité? Elle eſt de l'eſſence de la Divinité.

R. Par un raiſonnement fort ſimple, & que voici. Ce qui n'eſt, ni ne peut être, c'eſt-à-dire, ce qui n'eſt ni poſſible, ni néceſſaire, & par conſéquent ce qui eſt impoſſible, ne peut être conçu. J'ai l'idée de pluſieurs Etres, que je conçois très diſtinctement, donc l'exiſtance de pluſieurs Etres eſt poſſible, & ne renferme aucune contradiction. Il ſeroit contradictoire que l'exiſtance de ces Etres fût poſſible s'il n'y avoit une Puiſſance capable de les produire; &, ſi l'Etre unique, eſſentiellement exiſtant, n'avoit pas cette puiſſance, rien ne ſeroit poſſible: Donc l'Etre eſſentiellement exiſtant, eſt tout-puiſſant, & c'eſt par ſa toute-puiſſance qu'il y a quelque choſe de poſſible.

Voici encore une autre preuve. Les pro-

prié-

priétés d'un Etre ne ſont autre choſe que l'Etre même, par conſéquent, un Etre ne peut exiſter, & être tel Etre ſans ſes propriétés. La Toute-puiſſance étant une propriété de l'Etre eſſentiellement exiſtant, ſa Toute-puiſſance eſt auſſi néceſſaire à ſon être que l'exiſtance.

Ce que c'eſt qu'un Etre parfait.

D. Je voudrois ſavoir maintenant ſi Dieu eſt parfait, mais apprenez-moi auparavant ce qu'on doit entendre par Parfait.

R. On doit entendre par le terme de Parfait, ce qui eſt tel qu'il n'y manque rien pour être tel qu'il doit être, ce qui eſt tel qu'on n'y peut rien changer, ſoit ajouter ou diminuer, ſans le rendre imparfait.

En quel ſens Dieu eſt parfait.

D. Dieu eſt-il parfait en ce ſens?

R. Puiſqu'il eſt l'Etre éternel, infini, tout-puiſſant, il doit avoir, par les termes mêmes, la plénitude de l'Etre, il doit exiſter de la manière la plus abſolue & la plus parfaite. Dieu ne ſauroit avoir ni défaut, ni imperfection, il ne ſauroit manquer de rien, toutes les perfections ſont en lui au plus haut degré. Comment pourroit-il manquer quelque choſe à l'Etre infini, à l'Etre eſſentiellement exiſtant, à l'Etre ſans la volonté duquel il n'y auroit point d'Etre, à qui tout ce qui exiſte doit tout ce qu'il eſt & tout ce qu'il a de bon. La ſouveraine Perfection eſt donc un de ſes Attributs eſſentiels, c'eſt un Attribut que lui ſeul peut avoir, puiſqu'il eſt contradictoire que ce qui eſt borné ſoit infiniment parfait.

Ce que c'eſt qu'un Agent libre, & un Agent néceſſité.

D. Dieu eſt-il libre d'agir, ou n'agit-il que par une eſpèce de néceſſité?

R. Pour répondre à cette queſtion, ſur laquelle les Philoſophes ſe ſont tant exercés, il faut d'abord ſavoir ce qu'on entend

par

par Etre actif, Agent volontaire ou libre, & par Agent néceſſité ou qui n'eſt qu'agiſſant. Par Agent volontaire j'entens un Agent qui, par cela ſeul qu'il veut agir, peut agir ou n'agir pas, s'il ne veut pas agir; & par Agent néceſſité j'entens un Agent, qui agit ſans pouvoir s'empêcher d'agir.

C'eſt delà que dépend la diſtinction qu'on doit faire entre ce que les Athées de toutes les eſpèces nomment Dieu, & le Dieu des Déiſtes. Si la Puiſſance éternelle eſt néceſſitée, ceux qu'on nomme communément Athées ont gain de cauſe; ils ſont alors les véritables Déiſtes, le vrai Dieu n'eſt qu'un Etre phyſique, c'eſt la Matière, c'eſt l'Univers, c'eſt la Nature. Si, au contraire, la Puiſſance éternelle n'eſt pas néceſſité, deſorte que l'Etre éternel agiſſe, parce qu'il veut agir, Dieu n'eſt point un Etre matériel, ce n'eſt point la Nature, ce n'eſt point l'Univers: il en eſt le Créateur, il eſt la Cauſe néceſſaire, mais libre & non néceſſitée, de tout ce qui eſt poſſible, c'eſt-à-dire, de tout ce qui eſt ou peut être.

Diſtinction entre le Dieu des Athées & le Dieu des Déiſtes.

D. Pouvez-vous donc démontrer que Dieu eſt un Etre actif, un Agent libre, & non un Agent néceſſité, ou ſeulement agiſſant.

Démonſtration de la Liberté de Dieu.

R. Je crois pouvoir le démontrer, & voici comment. Un être qui eſt *Un*, ou qui n'eſt pas compoſé d'Etres, & qui eſt néceſſairement & eſſentiellement tel qu'il eſt, doit être regardé comme inaltérable & immuable dans ſon état de tel Etre.

Tout cela a déja été démontré ci-deſſus, & j'ai fait voir que Dieu eſt un Etre unique & inaltérable dans ſon eſſence. On a vu auſſi que, lorſqu'on dit qu'il arrive du chan-

gement à un tel Etre, c'eſt dire ſeulement que ſes rélations ou ſes manières d'être ſont autres qu'elles n'étoient, & que par conſéquent le changement ne conſiſte alors que dans les différens raports qui réſultent d'une Puiſſance active.

Si un tel Etre agit, il faut qu'il agiſſe par lui-même, puiſqu'il n'y a aucun autre Etre qui ſoit antérieur à lui, ni plus puiſſant que lui. S'il ſe procure du changement, il faut qu'il ait la puiſſance de s'en procurer, & cette puiſſance ſuppoſe auſſi celle de pouvoir par ſoi-même ſe déterminer à agir. Je donne à cette détermination le nom de Volonté. La puiſſance de cet Etre eſt bornée, ou ſans bornes. Si elle eſt ſans bornes, elle eſt infinie, il n'y aura rien de plus puiſſant que cet Etre.

J'ai fait voir ci-deſſus que cet Etre eſt tout puiſſant. Or un Etre, dont la puiſſance eſt infinie, eſt un Etre qui a néceſſairement, comme il a auſſi été démontré, une intelligence & une connoiſſance infinie, qui peut vouloir & faire tout ce qu'il veut, & qui, par cela même que ſa puiſſance eſt infinie, ne peut être néceſſité à vouloir agir ; car, puiſqu'il n'y a point de puiſſance ſupérieure à la ſienne, que c'eſt un Etre voulant, il eſt démontré qu'il eſt libre dans tout ce qu'il fait, & qu'il ne produit rien que très librement.

Autre preuve.

Voici encore un autre raiſonnement, qui prouve démonſtrativement qu'un tel Etre ne ſauroit être néceſſité à agir, & qu'il eſt par conſéquent un Agent libre. On a fait voir que la Toute-puiſſance eſt un des Attributs de l'Etre eſſentiellement exiſtant. Or ſi la Toute-puiſſance de cet Etre eſt né-

ceſſité

cessité à produire, il est nécessité à produire par la nécessité de sa propre existance, laquelle existance étant éternelle, c'est-à-dire, sans commencement, ses productions sont éternelles & sans commencement, ce qui est une contradiction dans les termes comme dans les choses.

La Toute-puissance n'étant donc point nécessitée par la nécessité de l'existance de l'Etre tout-puissant, la Toute-puissance doit être l'Attribut d'une Etre libre; l'Etre éternel & tout-puissant est par conséquent un Agent libre, qui se détermine à agir ou à produire, & qui, par cela même qu'il se détermine, est un Etre actif, voulant & intelligent.

D. N'y a-t-il pas des Philosophes qui prétendent que l'Espace ou le Vuide, & la Durée, découlent nécessairement de Dieu même, & qu'ils en sont des Propriétés inséparables? Philosophes qui prétendent que l'Espace & la Durée sont des Attributs de Dieu.

R. C'est le sentiment du fameux Newton & du Docteur Clarke grand Métaphysicien.

D. Ce sentiment n'a-t-il pas été combattu?

R. Leibnitz, Philosophe Allemand, l'a attaqué, & j'ai lu une Brochure où l'on prétend faire voir que c'est une nouvelle sorte de Spinozisme (*a*).

D. Ces

(*a*) Cette Brochure a pour titre: *Examen du Vuide ou Espace Newtonien rélativement à l'idée de Dieu.* Mr. Hérault ayant prié le Père Castel, Jésuite, d'examiner cet Ecrit, & de lui mander ensuite s'il pensoit qu'il pût en permettre l'impression, celui-ci lui fit la réponse suivante. „ J'ai lu par votre ordre, l'Ecrit intitulé *Exa-* „ *men*, &c. & je le trouve extrêmement utile „ pour

D. Ces deux Philoſophes, Newton & Clarke, penſent-ils auſſi que la Durée ſoit quelque choſe de réel?

R. Oui; car, ſuivant eux, ſi la Durée n'étoit qu'un ordre de ſucceſſion entre les Créatures, il s'enſuivroit que ce qui ſe feroit aujourdhui, & ce qui ſe fit il y a des milliers d'années, feroient en eux-mêmes faits dans le même inſtant, ce qui eſt contradictoire.

D. Quelle raiſon allèguent ces Philoſophes pour prouver que l'Eſpace & la Durée ſont des Attributs de l'Etre néceſſaire?

R. Ils prétendent que l'Eſpace pur, ou le Vuide, eſt immenſe, infini, ſans aucunes bornes; qu'il ne ſauroit être anéanti, qu'il exiſte néceſſairement, & même auſſi néceſſairement que Dieu même, dont il eſt une des propriétés. Ils prouvent qu'il eſt infini par cet argument qui paroit ſans replique: Qu'un homme aux bornes de l'Univers, ou plutôt de la Matière & de tout ce qui eſt Corps, étende ſon bras, ce bras doit être dans l'Eſpace pur, ou le Vuide, car il n'eſt pas dans le rien. L'Eſpace eſt donc infini, & s'il eſt infini, il eſt un Attribut de la Divinité.

C'eſt ainſi que raiſonnent ces Philoſophes. Dieu n'eſt, ſuivant eux, ni dans l'Eſpace, ni dans

„ pour empêcher la progrès d'une nouvelle eſ-
„ pèce de *Spinozisme Spirituel*, qui commence
„ à s'introduire par l'abus qu'on fait du nom du
„ célèbre Newton, de même que le *Spinozisme*
„ *Matériel* s'eſt introduit par l'abus qu'on a fait
„ du nom du célèbre Deſcartes. Ces deux Spi-
„ nozismes ſont au fond le même; l'un diviniſant
„ la Matière, l'autre matérialiſant la Divinité.

dans un Lieu ; mais étant néceſſairement partout, il conſtitue, par cela ſeul, l'Eſpace immenſe & le Lieu. Quant à la Durée, qu'ils appellent la permanence éternelle, ils diſent auſſi qu'elle eſt une ſuite indiſpenſable de l'exiſtance de Dieu : il n'eſt ni dans la Durée infini, ni dans un Tems, mais exiſtant éternellement, il conſtitue par-là l'Eternité & le Tems.

D. Que penſez-vous du ſentiment de ces Philoſophes & des raiſons ſur leſquelles il eſt fondé ?

R. J'avoue que je ne conçois point de bornes à l'Eſpace, je conçois très bien que la Matière peut être bornée, mais je ne vois pas que l'Eſpace puiſſe l'être. Cependant j'ai de la peine à croire que l'Eſpace ſoit un des Attributs de l'Etre néceſſaire, même en le ſuppoſant immenſe, infini, & éternel. Je penſe que l'infinité de l'Eſpace eſt toute différente de l'infinité de Dieu. L'Eſpace, quoiqu'infini, eſt une quantité continue, inſéparable à la vérité, mais qui peut être conçue en pluſieurs portions. L'Eſpace ou le Lieu, où je ſuis, n'eſt pas celui où eſt Paul, & celui où eſt Paul, n'eſt pas celui que j'occupe. Or il n'y a ni quantité, ni portions en Dieu. Ainſi l'infinité de Dieu eſt tout autre choſe que l'infinité de l'Eſpace.

La Durée de Dieu n'eſt pas non plus la Durée des choſes. La Durée de Dieu eſt éternelle & ſans ſucceſſion, puiſque tout eſt préſent à Dieu, & qu'il ne ſauroit ſubir aucun changement. Il n'en eſt pas de même de la Durée des choſes, elle eſt ſucceſſive. Quand on parle de la Durée des choſes ou ſuppoſe toujours une ſucceſſion,

& ſans cette ſucceſſion il n'y a proprement point de Durée. Je laiſſe à d'autres Philoſophes le ſoin d'approfondir davantage cette matière.

CHAPITRE II.

De l'Ame humaine.

Ce que c'eſt que l'Ame humaine.

D. QU'eſt-ce que l'Ame?

R. C'eſt un Etre capable de ſentiment & d'action.

D. Pourquoi ne dites-vous pas que c'eſt une Etre penſant, une Subſtance ſpirituelle ou immatérielle?

R. Je ne dis pas que c'eſt un Etre penſant, parce qu'il n'eſt pas certain qu'elle penſe toujours; & je ne dis pas non plus qu'elle eſt ſpirituelle ou immatérielle, parce que quelques Philoſophes prétendent que Dieu a pu donner à la Matière la faculté de penſer. Je n'exprime dans ma définition que ce qui convient eſſentiellement à l'Ame.

D. Ne peut-on pas donner des démonſtrations de la ſpiritualité de l'Ame, ou de la différence qu'il y a entre cette Subſtance & la Matière.

R. De très grands Philoſophes, anciens & modernes, ont entrepris de démontrer que la Matière ne ſauroit penſer, qu'elle eſt incapable de ſentiment quelconque; & s'il eſt vrai que la Matière ne puiſſe penſer, il faut bien qu'il y ait entre elle & l'A-

me

me une diſtinction réelle, & alors on pourra donner à l'Ame le nom d'Etre ſpirituel, ſi on entend par ce terme, une Subſtance immatérielle capable de ſentiment & d'action.

D. Quelles ſont ces démonſtrations de la ſpiritualité ou immatérialité de l'Ame?

R. On en donne un grand nombre, mais la plupart, & même les plus ſolides peuvent être réduites à deux ou trois raiſonnemens, qui paroiſſent même tous fondés ſur le même principe.

D. Je ſerois charmé que vous m'expoſaſſiez clairement ces preuves, que vous croyez les plus fortes; ne pourriez-vous pas le faire, car cette matière me paroit de la dernière importance?

R. Je le ferai avec beaucoup de plaiſir. Voici la prémière de ces preuves: elle eſt de Mr. Nicole, un des plus fameux Théologiens de l'Egliſe Romaine.

Prémière preuve de l'immatérialité ou ſpiritualité de l'Ame.

„ Il y a en nous, dit cet Auteur, quel-
„ que choſe qui dit, *je penſe*, & il n'y en
„ a qu'une. Or cette choſe ne peut avoir
„ diverſes parties, car, ſi elle avoit diver-
„ ſes parties comme le Corps; ou la Pen-
„ ſée ſeroit toute entière dans chaque par-
„ tie de cette Matière, comme en chaque
„ Cube ſe trouvent d'autres petits Cubes;
„ ainſi ce ſeroient pluſieurs petites Matiè-
„ res penſantes, dont chacune diroit, *je*
„ *penſe*, & en ſubdiviſant ces Matières, on
„ trouveroit des Matières penſantes à l'in-
„ fini; ou la penſée ſeroit dans une de ces
„ Matières, & en partie dans l'autre, enſorte
„ qu'il n'y auroit que le Tout qui pourroit
„ dire, *je penſe*, & c'eſt ce qui eſt impoſſi-
„ ble. Car une Penſée ne ſe peut pas par-

 „ ta-

„ tager, &, ſi elle ſe partageoit, la Penſée „ totale ne ſeroit dans aucune partie de la „ Matière, & ainſi aucune ne pourroit di„ re, par exemple, *je conçois un Homme*, „ puisqu'elle n'en concevroit qu'une par„ tie. Cependant il y a quelque choſe en „ nous qui conçoit l'objet total, & cette „ choſe doit être néceſſairement ſans par„ ties (*a*)".

Autres Preuves.

Vous pouvez raporter à cette preuve de l'immatérialité de l'Ame, celle qu'en a donnée un illuſtre Mathématicien, & qui eſt conçue en ces termes. „ Il me paroit, dit-„ il, qu'on peut démontrer par un argu„ ment très ſimple, que la faculté de pen„ ſer ne ſauroit être l'attribut d'aucun Etre „ étendu. Tout ce qui a de l'étendue, a „ des parties, & on ne peut rien attribuer „ à cette étendue, qui ne convienne en „ même tems à ſes parties. Suppoſons à „ préſent qu'un Etre étendu penſe. Ou la „ Penſée ſera entière dans chacun des „ points de cette étendue, ce qui eſt ab„ ſurde; ou elle ſera répandue dans toute „ l'étendue, & par cela même diviſible a„ vec elle; ce qui eſt oppoſé à la nature „ des Perceptions (*b*).

Un

(*a*) Vous trouverez cette preuve dans un Ouvrage de Mr. *Nicole*, intitulé, *Inſtructions Théologiques & Morales ſur le Symbole*, Liv. I. Sect. II de la V Partie, Chap. II. & dans le *Journal des Savans*, Mois de Janvier de l'Année 1706.

(*b*) Voyez *'s Graveſande*, *Introduction à la Philoſophie*, page 87, 88. Vous trouverez encore un raiſonnement à peu près ſemblable dans un Livre imprimé à Milan en 1742, & qui a pour Titre: *P. Caſti Innocentis Anſaldi O. P. de Principiorum Legis Naturalis Traditione.*

Un autre Philoſophe, à qui le Public eſt redevable de pluſieurs belles découvertes qu'il a faites dans la Phyſique, propoſe un autre ſorte de raiſonnement pour prouver la même thèſe. Il ſe fonde ſur ce que le Corps poſſède une *force d'Inertie*, par laquelle il reſte dans le même état où il ſe trouve, à moins que quelques autres cauſes étrangères ne le mettent en mouvement. L'Ame, au contraire, peut agir & ſe déterminer comme il lui plait. Cette preuve ſe trouve dans une Pièce, dont le but principal eſt de faire voir que l'*Ame ne ſe connoit pas elle-même* (a).

Un preuve qui paroit bien forte, & qui a tout l'air d'une démonſtration, eſt celle qui a été propoſée par Mr. *de St. Hyacinthe dans ſes Recherches Philoſophiques* (b). Je n'en donnerai ici que le précis.

La Matière, dit ce Philoſophe, n'eſt qu'un aſſemblage d'Etres infiniment petits & infiniment ſolides; & de leur petiteſſe & de leur ſolidité eſſentielle on ne peut rien tirer que la mobilité, l'impénétrabilité, la dureté & l'indeſtructibilité, qui ſuivent néceſſairement de la nature de ces Etres. Les Corps ne ſont que des compoſés d'Atomes & de Vuide. C'eſt ce que l'Auteur démontre ailleurs. Le Compoſé n'eſt pas différent des parties qui le compoſent. Il n'y a de différence entre les mêmes choſes ſéparées, ou les mêmes choſes unies, ſi ce n'eſt

(a) Voyez *P. Muſſchenbroek Oratio de Mente humanâ ſemper ignorante*, page 20, 21.

(b) Imprimées à *Rotterdam* & à la *Haye* chez *Johnſon* 1743.

n'eſt qu'elles ſont ſéparées, ou qu'elles ſont unies. Il en eſt de même de celles qui ſont en repos, ou de celles qui ſont en mouvement: les unes ſont en repos, les autres ſont en mouvement; voila tout. Toute propriété ſuppoſe un Etre. Ainſi la ſenſibilité, la refléxion, le jugement, la volonté, la puiſſance ſuppoſent un Etre doué de toutes ces propriétés, un Etre Intelligent & actif.

Si cet Etre eſt matériel, il faut que les *Semilles* ou Points phyſiques, dont il eſt compoſé, ſoient des Etres ſenſibles, intelligens & actifs, en un mot des Agens libres; & alors toute la matière de l'Univers n'eſt qu'un Compoſé d'Agens libres, deſorte que le pied d'une Mite, le plus petit grain de ſable, une petite particule d'air, ſont compoſés de quelques millions d'Agens libres, d'Etres ſenſibles & intelligens, ce qui eſt abſurde, l'infinie petiteſſe des Semilles étant oppoſée à la multiplicité de ſentimens & d'idées que nous pouvons avoir en même tems, & à l'action ſur ſoi-même qui les fait appercevoir, & leur extrême ſolidité étant de même oppoſée au ſentiment & à l'activité. Or des propriétés contradictoires ſuppoſant néceſſairement des Etres de nature différente, il ſuit néceſſairement que l'Etre, qui a la propriété de ſentir, de refléchir, de vouloir, ne peut être une Semille, ni un Compoſé de Semilles, ni par conſéquent un Etre matériel, & que Dieu ne peut non plus faire penſer une Semille ou un Compoſé de Semilles, que faire qu'un Cercle ſoit en même tems quarré.

C'eſt

C'eſt encore ſur ces principes qu'eſt fondé le raiſonnement ſuivant du même Auteur. Si, dit-il, l'Etre ſenſible étoit composé, il faudroit que la compoſition fût néceſſaire à la ſenſibilité, à l'intelligence. Le Composé n'étant pas différent des parties qui le compoſent, il faudroit que l'Etre ſenſible fût fait d'Etres ſenſibles intelligens. Ainſi, ce qui ſent, ce qui penſe, dans l'Homme, ne ſeroit pas Un, mais Pluſieurs; le particulier devroit parler comme les Rois dans leurs Déclarations, dire Nous, & non pas Moi. Or, puiſque chacun de ces Etres, qui entreroient dans la compoſition d'un Etre qui penſe, ſeroient des Etres intelligens par leur nature, il faut convenir que la ſenſibilité, l'intelligence, n'exigent ni compoſition, ni pluralité; que l'Unité ſeule ſuffit: Or le Moi ſeul ſuffit, & ce qui ſuffit n'exige rien de plus. *Je ſuis moi*, c'eſt aſſez.

Vous trouverez beaucoup d'autres preuves de l'immatérialité de l'Ame, de ſa ſpiritualité, & de ſon immortalité dans un Livre traduit de l'Allemand, qui a pour Titre: *Refléxions philoſophiques ſur l'immortalité de l'Ame raiſonnable, avec quelques Remarques ſur une Lettre* (attribuée à Mr. de Voltaire) *dans laquelle on ſoutient que la Matière penſe. A Amſterdam* & à *Leipzic*, chez *Arkſtée* & *Mercus*, 1744. Il paroît par la Préface, que cet Ouvrage eſt de Mr. *Reinbeck*. Quoique Théologien, il prouve tout ce qu'il avance par des Démonſtrations philoſophiques, & non par des Argumens tirés de l'Ecriture Sainte. Une des raiſons qu'on en donne, c'eſt que l'Auteur de la Lettre Françoiſe contre lequel il écrit, Auteurs qui traitent de l'Ame.

 avoit

avoit déclaré en plus d'un endroit, qu'absolument il ne prétendoit pas raisonner en Théologien.

Etes-vous curieux de savoir tout ce qu'on a dit de plus fort pour ou contre la spiritualité de l'Ame, vous n'avez qu'à consulter l'Ouvrage qui a pour titre: *Essai d'un Systême nouveau, concernant la nature des Etres spirituels, fondé en partie sur les principes du célèbre Mr.* Locke, *Philosophe Anglois*, en quatre Tomes, grand 8°. A *Neufchatel*, 1742. L'Auteur de cet Ouvrage ne se nomme pas; mais nous savons que c'est Mr. *Cuenz*, très bon Philosophe, & surtout grand Métaphysicien (*a*). Il prétend que l'Ame, qu'il dit être la *partie interne* de l'Homme, consiste dans un *Corps organisé spirituel.* Son Ouvrage mérite d'être lu.

Philosophes qui nient ou revoquent en doute la spiritualité de l'Ame.

D. N'y a-t-il pas des Philosophes qui nient la spiritualité de l'Ame?

R. Il y en a qui la nient, & d'autres qui suspendent leur jugement sur sa nature. Le fameux Locke, Philosophe Anglois, qui a fait l'anatomie de l'Ame, a avancé modestement dans son *Essai philosophique concernant l'Entendement humain*, que *nous n'avons pas assez de connoissance de la Nature, pour ôser prononcer qu'il soit impossible à Dieu d'ajouter le don de la Pensée à un Etre étendu quelconque.* Il prétend que comme nous ne connoissons pas encore les propriétés de la Matière, il y a de la témérité à dire qu'elle n'est pas capable de penser. *Celui*, dit-il,

(*a*) Il est ancien Sénateur de la Ville & République de St. Gal, & de l'Académie des Belles-Lettres de Marseille.

il, *qui peut tout, ne peut-il pas faire penser un Etre matériel, un Atome, un Elément de la Matière?* Il s'en est tenu à cette possibilité en homme sage.

Dautres Philosophes, plus hardis que Locke, ont ôsé affirmer que la Matière pense en effet, parce que Dieu a pu lui communiquer cette propriété. Ils disent que nous ne sommes que des Machines hydrauliques pensantes, un peu plus parfaites que celles des Animaux. Voici comme en parle l'un d'entre eux (*a*). „ Quelle est „ donc, dit cet Auteur, l'opinion que j'au„ rai de la nature de l'Ame? Celle que „ tous les Peuples ont eue d'abord, avant „ que la Politique Egyptienne imaginât la „ Spiritualité & l'Immortalité de l'Ame. „ Je soupconnerai même, avec bien de „ l'apparence, qu'Archimède & une Taupe „ sont de la même Espèce, quoique d'un „ Genre différent; de même qu'un Chêne „ & un grain de Moutarde sont formés par „ le même principe, quoique l'un soit un „ grand Arbre, & l'autre une petite Plante. „ Je penserai que Dieu a donné des por„ tions d'intelligence à des portions de „ Matière organisées, pour penser. Je „ croirai que la Matière a pensé, à pro„ portion de la finesse de ses Sens; que ce „ sont eux qui sont la porte & la mesure „ de nos idées. Je croirai que l'Huî„ tre a moins d'esprit que moi, & je „ croirai qu'elle a moins de sensations & „ de

(*a*) Dans une Lettre sur *Locke*, laquelle a couru quelque tems en manuscrit & se trouve aujourdhui imprimée dans le Tome I, page 144 & suiv. *de l'Essai* de Mr. *Cuenz.*

„ de Sens, parce qu'ayant l'Ame attachée à „ ſon Ecaille, cinq Sens lui ſeroient inu- „ tiles. Il y a beaucoup d'Animaux qui „ n'ont que deux Sens; nous en avons „ cinq, ce qui eſt bien peu de choſe. Il „ eſt bien à croire, qu'il eſt dans d'autres „ Mondes d'autres Animaux qui jouiſſent „ de vingt ou de trente Sens, & que d'au- „ tre Eſpèces encore plus parfaites ont des „ Sens à l'infini.

Jugement ſur le ſentiment de ce Philoſophe.

D. Que penſez-vous du ſentiment de cet Auteur?

R. S'il eût parlé comme Locke, il eût parlé modeſtement. Locke s'en raporte au Créateur, dont il ne veut point borner la toute-puiſſance; mais l'Auteur de cette Lettre décide un peu trop témérairement, en diſant que Dieu a donné à des portions de Matière la faculté de penſer. Il affirme ce qu'il ignore, & qu'il ne ſaura peut-être jamais, & c'eſt ſur-tout en cela qu'il a tort, puiſqu'on ne doit rien affirmer ſans preuves. Ceux qui diſent que l'Ame eſt une Subſtance immatérielle, & que la Matière ne ſauroit penſer, allèguent des raiſons pour le prouver; ne faudroit-il donc pas que ceux qui prétendent que certaines portions de la Matière penſent, fiſſent du moins voir ſur quoi leur opinion eſt fondée?

D. Penſez-vous donc que l'Ame eſt une Subſtance ſpirituelle, une Subſtance qui n'eſt pas compoſée de parties?

R. La Raiſon me le dicte, & la Religion achève de me convaincre.

Idée plus juſte de l'Ame.

D. Ne pourriez-vous pas m'en donner une idée juſte & diſtincte?

R. Je ne ſaurois vous en faire connoître toutes

toutes les propriétés, Dieu seul les connoit; mais il paroit résulter des preuves données ci-dessus de son immatérialité, que c'est une Substance spirituelle, simple, sensible, & active; qu'elle a en elle-même le principe de son action, & qu'elle constitue par conséquent un Etre, qui a le pouvoir de sentir, de réfléchir, de juger, de vouloir & d'agir, toutes propriétés négatives à la Matière.

D. L'Ame occupe-t-elle un lieu? Si elle occupe un Lieu.

R. Puisque c'est un Etre qui a sa substance propre, & particulière, il faut bien que cet Etre soit quelque part, puisque c'est une absurdité de supposer l'existance d'un Etre qui ne seroit nulle part. Dieu, qui est un Esprit, un Etre infini, doit se trouver partout; l'Etre pensant, que nous appellons Ame humaine, étant fini & borné, ne sauroit être par-tout, mais puisqu'il existe, il doit nécessairement occuper un lieu, & ce lieu est probablement dans mon Cerveau. J'en ai même une preuve de sentiment. Quand je pense, je sens fort bien que ma pensée part de mon Cerveau, & non de quelque autre partie de mon Corps.

D. Si l'Ame occupe un Lieu, est-elle donc étendue? Si elle a de l'étendue.

R. Vous me faites là une question un peu embarassante; il faut pourtant vous répondre. Oui, l'Ame est étendue, mais non pas à la manière des Corps, puisqu'elle n'est pas composée de parties. Etant simple de sa nature, elle n'est pas bornée par des parties terminantes, mais elle l'est par l'Etre ou les Etres qui l'environnent & où elle est contenue. Elle occupe donc le

lieu

lieu où elle est, & par conséquent elle a une étendue quelconque.

D. Je ne saurois concevoir qu'un Etre qui n'a point de parties puisse occuper un lieu? le concevez-vous vous-même?

R. Je ne le conçois pas non plus; Dieu, qui sait tout & qui voit tout, le conçoit. Il me suffit d'être bien convaincu qu'un tel Etre doit être où il agit, & que ne pouvant être par-tout, il doit occuper du moins une petite place dans l'Univers. Le comment m'est inconnu.

Son essence.

D. L'essence de l'Ame consiste-t-elle dans la Pensée?

R. Non. Les pensées résident dans l'Ame comme dans leur Sujet, & elles ne sont que des effets de ses opérations. La Pensée n'est qu'une refléxion sur des sentimens que l'Esprit examine & compare; elle n'est donc que l'effet de la sensibilité & de l'activité. Or un effet n'est point une propriété essentielle; il en suppose seulement une, capable de le produire.

D. En quoi donc consiste l'essence de l'Ame?

R. Elle consiste dans la propriété de pouvoir penser. Il n'est pas besoin que ce pouvoir soit toujours mis en œuvre, puisque l'Ame ne laisse pas pour cela d'être ce qu'elle est.

D. S'il n'est pas nécessaire, pour l'essence de l'Ame, qu'elle mette toujours en œuvre sa sensibilité & son activité, elle ne pense donc pas toujours?

R. Qu'elle pense toujours, ou qu'elle ne pense pas toujours, cela ne change pas sa nature. Puisque j'appelle Ame, un Etre qui a la

à la faculté de penſer, je ne détruis pas ſon eſſence, en ôtant la penſée, puiſque la faculté de penſer n'exige pas néceſſairement une penſée actuelle.

D. Mais vous ne répondez pas entierement à ma queſtion: dites-moi, je vous prie, ſi l'Etre qui a la faculté de penſer, penſe toujours.

Si elle penſe toujours.

R. Je n'en ſai rien. Il y a trop de témérité à décider cette queſtion. Cependant je ſerois plutôt porté à croire que nous ne penſons pas toujours.

D. D'où vous vient cette prédilection? Trouvez-vous donc que ce dernier ſentiment ſoit plus probable que l'autre?

R. Ceſt juſtement pour cela; & je vais vous en dire la raiſon. Une penſée ſuit l'autre, puisqu'autrement elles ſeroient toutes préſentes à l'eſprit en même tems. Il y a donc ſucceſſion dans nos penſées. Or il ne peut y avoir de ſucceſſion, ſans un intervalle de tems quelconque entre chaque penſée, & je regarde cet intervalle comme l'inſtant pendant lequel nous ne penſons pas. Il eſt certain que les penſées ſe ſuccèdent plus ou moins rapidement, ſuivant le tempérament, & ſuivant l'état où l'on ſe trouve. Ceux qui ont l'eſprit vif, auront le plus de penſées, parce qu'il y aura moins d'intervalle entre chacune de leurs penſées.

D. Je trouve beaucoup de ſubtilité dans ce Raiſonnement; mais il ſe préſente une difficulté ſur laquelle je voudrois être éclairci. Ne pourroit-on pas dire, qu'une penſée ne quitte l'Ame que lorſque la ſuivante prend ſa place, à peu près comme une goutte d'eau prend la place de celle qui la précè-

Si les penſées laiſſent entre elles un intervalle de tems.

précède dans le courant d'une Rivière? J'adopte pour un moment le Systême du Plein, où l'on ne reconnoit point de vuide parfait entre les parties de quelque corps que ce soit.

R. Je vois bien que vous ne reconnoissez absolument point de vuide entre chaque pensée de l'Ame, il me semble cependant que j'y en sens quelquefois, plus ou moins, & la raison me dicte que, quelque rapide que soit leur succession, elles laissent entre elles un intervalle de tems, qu'on peut nommer le repos ou le sommeil de l'Ame.

Union de l'Ame avec le Corps.

D. En quoi consiste l'Union de l'Ame & du Corps?

R. Dans le pouvoir d'agir immédiatement l'un sur l'autre. C'est du moins l'opion la plus reçue, & on donne à ce pouvoir le nom d'*Influence.*

D. Quel est le fondement de cette opinion?

R. Il n'y en a pas d'autre que l'expérience. Nous éprouvons à chaque instant les effets de ce pouvoir, mais nous ne concevons pas ni comment l'Ame agit sur le Corps, ni comment le Corps agit sur l'Ame.

Systême des Causes occasionelles.

D. N'y a-t-il pas d'autres Systêmes où l'on rend raison de cette action réciproque.

R. Il y en a deux autres, celui des *Causes occasionelles* du Père *Malebranche*, & celui de *l'Harmonie préétablie* de Mr. *Leibnitz.*

D. Donnez-moi une légère idée du Systême des *Causes occasionelles.*

R. Dans ce Systême on établit que Dieu est lui-même l'Auteur immédiat de l'Union de l'Ame & du Corps. Entreprens-je

je de marcher, Dieu communique le mouvement à mes pieds, & comme ce mouvement se fait dans le tems même que je me détermine à marcher, je me crois la cause de ce mouvement. Un objet se présente-t-il à ma vue, Dieu me communique sur le champ l'idée de cet objet.

D. Ce Systême n'est-il pas contraire à la Sagesse de Dieu, que l'on fait intervenir dans toutes les actions?

R. Bien des Philosophes le prétendent, & comme ils trouvent, que ce n'est pas non plus raisonner assez philosophiquement que de recourir sans cesse au concours de Dieu, ils ont adopté le Systême de Leibnitz, qui est celui de *l'Harmonie préétablie.*

Systême de l'Harmonie préétablie.

D. Qu'est-ce que cette Harmonie?

R. Concevez une Ame & un Corps, qui s'accordent tellement ensemble, que les mouvemens du Corps répondent aux perceptions & aux determinations de l'Ame, & vous y trouverez tout le mystère de l'Union qu'il y a entre cette Ame & ce Corps. C'est à cet accord qu'on donne le nom d'*Harmonie préétablie.*

Dans ce Systême l'Ame est regardée par Leibnitz comme un Automate spirituel, quoique ni lui ni ses Disciples ne prétendent pourtant pas que le sens attaché à ces mots détruise ni la liberté, ni la contingence des actions. Ils établissent que le Corps est une Machine, laquelle Dieu a faite de telle manière, que les Loix du Mouvement suffisent, pour lui faire produire généralement tous les effets que nous observons dans le Corps humain. Puisque les Hommes peuvent construire des Machines,

chines, qui imitent certaines actions humaines, pourquoi, disent ces Philosophes, Dieu ne pourroit-il pas faire une Machine, qui exécuteroit mécaniquement tout ce qu'un Homme fait pendant le cours entier de sa vie, & dans laquelle arriveroit tout ce qui se passe dans le Corps humain, puisque le nombre des mouvemens requis pour cela est fini?

Origine des Idées.

D. Quelle est l'origine de nos idées? Sont elles innées, ensorte qu'elles ne se développent & ne se manifestent qu'à la faveur de certaines circonstances; ou ne les aquerons-nous qu'à mesure que nous avançons en âge?

R. Cette question est très embarassante. Les Cartésiens enseignent que nous avons des idées innées, & Locke prétend avoir démontré que nous n'en avons aucune. Il y a dans chaque Systême beaucoup d'obscurité, & je pense que, pour éviter l'erreur, il ne faut rien décider sur cette question. Nous ne connoissons pas assez la nature de l'Ame pour savoir ce qui se passe en elle avant notre naissance.

Immortalité de l'Ame.

D. Je n'ai plus qu'une question à faire sur l'Ame, & cette question est la plus importante de toutes: là voici. L'Ame est-elle immortelle?

R. Puisqu'on a fait voir ci-dessus que l'Ame est une Substance simple, qui n'est point composée de parties, comme la Matière, elle ne sauroit être desunie, elle doit rester telle qu'elle est, & par conséquent elle est impérissable, immortelle, à moins qu'il ne plaise à Dieu de l'anéantir, comme il lui a plus de lui donner l'existance. Mais la Religion nous enseigne que

l'Ame

l'Ame vivra après la destruction du Corps auquel elle est unie, ainsi nous devons la regarder comme immortelle, tant par sa nature, que par la volonté de Dieu.

CHAPITRE III.

De l'Ame des Bêtes.

D. LEs Bêtes ont-elles une Ame?

Si les Bêtes ont une Ame.

R. Nous avons dit, en parlant de l'Ame humaine, que c'est une Substance immatérielle qui a la faculté de penser: Or les Bêtes ont très certainement cette faculté, donc elle ont une Ame.

D. Raisonnent-elles?

Si elles raisonnent.

R. Il n'y a qu'à examiner tout ce qu'elles font pour en juger. Les Bêtes savent choisir ce qui leur est le plus convenable: Or elles ne sauroient faire ce choix, sans combiner leurs idées, & par conséquent sans former une espèce de raisonnement.

D. Ces Ames des Bêtes sont-elles toutes de même espèce.

Si leurs Ames sont toutes de même espèce.

R. Il est à croire qu'il y a autant de sortes d'Ames, qu'il y a d'Espèces d'Animaux. L'Ame d'un Chien paroit être bien différente de celle d'un Limaçon, & celle d'un Singe a des facultés que n'a pas celle d'une Tortue. Chaque Animal a une Ame proportionnée à ses besoins & aux organes du Corps dans lequel elle est logée.

D. L'Ame des Bêtes est elle immortelle?

Si l'Ame des Bêtes est immortelle.

R. Oui, & même par sa nature, puisqu'elle est spirituelle.

D. Que

D. Que deviendra cette Ame après la destruction du Corps qu'elle habite? Dieu l'anéantira-t-il?

R. Je n'en sai absolument rien. L'Etre infini, qui a créé ces Ames, a surement ordonné de leur destination avec sagesse.

Si les Bêtes sont des Etres moraux.

D. Les Bêtes sont-elles des Etres Moraux.

R. Je n'en sai rien non plus. Je pourrois me tromper si je disois que non. Elles sont telles qu'elles doivent être pour remplir les vues que Dieu s'est proposées; voila tout ce que je puis dire sur cet article: l'évidence me manque pour répondre autrement à cette question.

Si elles sentent.

D. Ont-elles du sentiment?

R. Je crois qu'elles en ont toutes, chacune à proportion du nombre & de la conformation de leurs organes. Je ne saurois me persuader que Dieu leur ait donné des organes de sentiment, sans leur donner de sentiment.

S'il est permi de les faire souffrir.

D. Est-il permis de leur faire du mal?

R. Sans examiner si la Religion & les Loix le permettent ou ne le permettent pas, je trouve qu'il y a une espèce d'inhumanité & de cruauté à faire souffrir de pauvres Animaux, qui ne nous font aucun mal, & qui souvent même nous rendent de grands services. Le mépris que nous avons pour eux ne vient que de notre orgueil, qui nous fait croire que nous avons sur eux un empire absolu. La raison veut qu'on leur procure tout le bien qu'il est possible, par respect pour celui qui est le Souverain Seigneur de toutes choses, à qui ils appartiennent comme nous, de qui ils sont comme nous les Créatures, & pour la formation desquels il n'a

pas

pas fallu moins de ſageſſe & de puiſſance que pour la formation de l'Homme.

Le fameux Newton, Philoſophe tout plein d'humanité, trouvoit une contradiction affreuſe à croire que les Bêtes ſentent, & à les faire ſouffrir. Sa Morale s'accordoit en ce point avec ſa Philoſophie : il ne cédoit qu'avec répugnance à l'uſage barbare de nous nourrir du ſang & de la chair des Etres ſemblables à nous, que nous careſſons tous les jours ; & il ne permit jamais dans ſa maiſon, qu'on les fît mourir par des morts lentes & recherchées, pour en rendre la nourriture plus délicieuſe. Sentiment de Newton à ce ſujet.

D. L'Homme n'a-t-il donc aucun droit ſur les Animaux ? Quel droit a l'Homme ſur les Animaux.

R. Il n'en a d'autre que celui qu'il s'eſt arrogé, en qualité de plus fort & de plus ruſé (a).

(a) Le meilleur Ouvrage que nous ayons ſur l'Ame des Bêtes, c'eſt celui qui a pour titre: *Hiſtoire critique de l'Ame des Bêtes, contenant les ſentimens des Philoſophes anciens, & ceux des Modernes ſur cette matière,* par Mr. *Guer*, Avocat, en deux Volumes, 8vo. 1749.



LIVRE



LIVRE SECOND.

De la Métaphysique.

Ce que c'est que la Métaphysique.

D. QU'est-ce que la Métaphysique?

R. C'est une Science qui traite de tout ce qui est commun à toutes les choses créées. Cette Science, qui est entierement spéculative, étoit autrefois beaucoup plus cultivée qu'elle ne l'est à présent, parce qu'on a remarqué qu'elle donnoit lieu à une infinité de questions inutiles.

Son objet.

D. Quel est son objet?

R. L'Etre en général.

Son utilité.

D. Quelle est son utilité?

R. Par la contemplation des choses, nous voyons les différences qui se trouvent entre elles, & ce que chacune a de particulier qui la distingue des autres. Nous apprenons aussi les rélations qu'elles ont entre elles, & la manière dont elles existent.



CHA-

CHAPITRE I.

De l'Etre en général.

D. A Quoi donne-t-on le nom d'Etre? Ce que c'eſt que l'Etre.
R. On le donne non ſeulement à tout ce qui exiſte, mais encore à tout ce qui peut exiſter, & dont les déterminations n'impliquent aucune contradiction.

D. Comment aquérons-nous l'idée de l'Etre? Idée que nous en aquérons.

R. Nous l'aquérons par Abſtraction.

D. Qu'entendez-vous par Abſtraction? Ce que c'eſt qu'Abſtraction.

R. J'entens cette action de notre Ame, qui enviſage une choſe, ſans faire attention à tout ce qui y appartient. Par exemple, j'aquiers l'idée de la rondeur, en faiſant uniquement attention à la figure d'un Globe, ſans penſer à ſa matière, ou à ſa grandeur. De même, en conſidérant ſeulement ce qui eſt commun à toutes les choſes qui exiſtent, ſans faire attention aux propriétés, que chacune d'elles pourroit avoir, j'aquiers l'idée de l'Etre en général.

CHAPITRE II.

De la Subſtance, de l'Eſſence, des Attributs & des Accidens ou Modes.

D. QUe doit-on entendre par le mot de Subſtance? Difficulté de définir

la Substance.

R. Il est très difficile d'en donner une bonne définition.

Idée qu'en avoient les Scholastiques.

D. Comment les Scholastiques la définissoient-ils.

R. Ils l'appelloient *Ens quod per se subsistit & sustinet Accidentia*, c'est-à-dire, *un Etre qui subsiste par lui-même, & qui est le soutien des Accidens*; mais, quand on veut savoir ce que c'est que *subsister par soi-même*, *soutenir des Accidens*, & la manière dont ils sont soutenus, on ne reçoit pour toute réponse que de nouveaux mots à définir, & auxquels aucune idée distincte n'est attachée.

Définitions qu'en donnent les Modernes.

D. Les Philosophes modernes l'ont-ils mieux définie ?

R. Non. Descartes n'a pas été plus loin que les Scholastiques sur ce sujet: car il dit que *la Substance est un Etre qui existe tellement, qu'il n'a besoin d'aucun Etre pour son existance*; ce qui revient au *per se subsistens* des Scholastiques; & d'ailleurs, si on prend cette definition à la rigueur, il n'y aura que Dieu qui soit une véritable Substance, puisque toutes les Créatures subsistent par lui, & que lui seul subsiste par lui-même.

L'idée qu'en donne Locke n'est pas plus exacte. Il s'arrête à la notion imaginaire de la Substance, telle que les Sens & l'imagination la donnent au Vulgaire, & il avoue lui-même que cette notion n'est qu'une espèce de comparaison qui a quelque ressemblance avec la notion véritable.

Ce qu'on doit entendre par Substance.

D. Pourriez-vous en donner une meilleure définition ?

R. En voici une, qui est infiniment plus satisfaisante. J'entens par *Substance*, *ce qui constitue la réalité effective d'un Etre*, ou, *ce*

ce ſans quoi il n'exiſteroit point effectivement. Si je n'exiſtois pas effectivement, mais que je ne fuſſe qu'un Etre poſſible, & non effectué, je n'aurois que la propriété de pouvoir effectivement exiſter & de pouvoir penſer; mais, par les termes mêmes, je n'exiſterois, ni ne penſerois effectivement.

Pour une exiſtance effective & actuelle, il faut donc quelque choſe qui conſtitue une exiſtance effective & actuelle, quelque choſe qu'on ne puiſſe concevoir ni regarder comme une propriété, mais comme le ſujet, le fonds de l'Etre, de l'exiſtance, & de toutes ſortes de propriétés, & c'eſt ce qu'on nomme *Subſtance*, du Verbe Latin composé de *ſub*, qui ſignifie *deſſous*, & de *ſtare*, qui ſignifie *être fortement*, *fermement réſiſter*, *durer*, parce que ce qui fait le fonds de l'exiſtance des Etres, le fonds de leurs propriétés, ce qui les conſtitue exiſtans, n'eſt preſque apperçu que par la ſuperficie, ou pour mieux dire, n'eſt connu que par ſes propriétés, parce que les propriétés & la Subſtance ſe ſuppoſent ſi néceſſairement, que ſans cela on ne peut concevoir, même comme poſſible, l'exiſtance d'aucun Etre.

D. Qu'eſt-ce que l'Eſſence d'une choſe? Ce que c'eſt que l'Eſſence d'une choſe.

R. C'eſt ce qui fait qu'une choſe eſt ce qu'elle eſt. Par exemple, l'Eſſence du Cercle eſt d'avoir tous les points de ſa circonférence également éloignés du centre. Vous voyez par cette définition que l'Eſſence d'une choſe ne ſauroit en être ſéparée que par abſtraction. Otez l'Eſſence du Cercle que je viens d'indiquer, & le Cercle s'évanouira. Avoir tous les points de la

 péri-

périphérie également éloignés du centre, & être Cercle, sont une seule & même chose.

Si les Essences des choses sont immuables.

D. Les Essences des choses sont-elles immuables par leur nature?

R. Oui. Quand on considère un Triangle, on voit clairement que sa nature est d'avoir trois Angles, & de n'en avoir que trois; ajoutez ou ôtez un Angle, le Triangle sera détruit. Si vous dites que Dieu peut donner quatre Angles au Triangle, sans le détruire, ensorte que quatre Angles soient trois Angles, vous parlez alors d'une manière contradictoire; car, puisque le Triangle ne peut avoir que trois Angles, il cesse d'être Triangle dès que vous lui en donnez quatre. Il est évident que la figure du Triangle ne sauroit être changée, pendant que le Triangle reste ce qu'il est, c'est-à-dire, pendant que sa figure ne change point. Etre, & en même tems n'être pas, sont deux choses qui s'entre-détruisent; & vouloir étendre la puissance Divine à de pareilles choses, c'est affirmer que Dieu crée ce qu'il ne produit point, & que pouvoir tout, ou ne pouvoir rien sont une seule & même chose.

Ce que c'est qu'Attributs, Accidens ou Modes.

D. A quoi donne-t-on le nom d'Attributs & d'Accidens ou de Modes?

R. On peut distinguer deux sortes d'Attributs. On appelle Attributs essentiels, ceux qu'on ne sauroit séparer de leur sujet, sans le détruire; & on donne le nom d'Attributs accidentels, ou simplement d'Accidens ou de Modes, à ceux qui peuvent être séparés d'une chose, sans que pour cela elle soit détruite. Les Attributs essentiels diffèrent dans le même sujet, selon la manière

mière dont on l'envisage, c'est-à-dire, dont on le détermine, tous les Attributs étant essentiels dans un sujet bien déterminé.

En considérant une boule d'or, & en ne faisant attention qu'à ceci, savoir, que c'est un corps, ses Attributs essentiels seront l'étendue, l'impénétrabilité, & toutes les autres qualités communes à tous les corps. Pour ce qui regarde la figure & les propriétés de l'or, ce ne sont, dans le cas en question, que des Accidens ou des Modes. S'il s'agit d'un corps sphérique, la figure ronde devient aussi un Attribut essentiel, sans lequel un Globe d'or ne seroit plus un corps sphérique. Si la chose, qu'on examine, est déterminée à tous égards, on ne pourra rien ôter de ce qui la détermine, sans la changer; & alors tout Attribut est essentiel.

CHAPITRE III.

Du Principe de Contradiction, du Possible & de l'Impossible.

D. QU'est-ce que le Principe de Contradiction? (Ce que c'est que le Principe de Contradiction.)

R. C'est celui par lequel on affirme & nie la même chose en même tems. Ce Principe est le prémier Axiome sur lequel toutes les vérités sont fondées.

D. Peut-on nier ce Principe? (Si on peut le nier.)

R. On ne sauroit le nier, sans démentir sa propre conscience; car nous sentons que nous ne pouvons point forcer notre esprit à ad-

admettre qu'un chose eſt, & n'eſt pas en même tems, & que nous ne pouvons point ne pas avoir une idée, pendant que nous l'avons, ni voir un corps blanc comme s'il étoit noir, pendant que nous le voyons blanc. Les Pirrhoniens mêmes n'ont jamais pu le nier, puiſqu'ils ne doutoient point qu'ils euſſent une idée pendant qu'ils l'avoient. Cet Axiome eſt le fondement de toute certitude dans les connoiſſances humaines; car il n'y auroit plus aucune vérité, ſi on accordoit une fois que quelque choſe pût exiſter & n'exiſter pas en même tems.

A quoi on donne le nom de Poſſible & d'Impoſſible.

D. A quoi donne-t-on le nom de Poſſible & d'Impoſſible?

R. On appelle Poſſible, ce qui peut être & qui n'implique nulle contradiction; & Impoſſible, ce qui ne ſauroit être & qui implique contradiction.

D. Que doit-on faire lorsqu'on avance qu'une choſe eſt poſſible ou impoſſible?

R. Lorsqu'on dit qu'une choſe eſt poſſible, il faut être en état de montrer qu'elle ne contient aucune contradiction; car, ſans cette condition, nos idées ne ſont que des opinions plus ou moins probables, mais dans lesquelles il n'y a aucune certitude. De même, lorsqu'on dit qu'une choſe eſt impoſſible, il faut montrer qu'on nie & qu'on affirme la choſe en même tems, ou bien qu'elle eſt contraire à une vérité déja démontrée.

Diverſes ſortes d'Impoſſibilités.

D. N'y a-t-il pas pluſieurs ſortes d'Impoſſibilités?

R. On appelle abſolument impoſſible, ce qui, conſidéré en ſoi, empêche ſa propre exiſtance. Mais ce qui eſt impoſſible de

cette

cette manière n'eſt rien, quoiqu'on l'exprime comme ſi c'étoit quelque choſe. Une Montagne ſans Vallée eſt abſolument impoſſible; &, à proprement parler, ce n'eſt rien, car quand on ſuppoſe la Montagne, on ſuppoſe auſſi la Vallée: ôtez la Vallée, vous ôtez auſſi la Montagne, & le tout s'évanouit.

Il y a encore d'autres ſortes d'Impoſſibilités. Quelquefois une choſe, conſidérée en elle-même, eſt poſſible, mais quelque choſe d'étranger empêche qu'elle ne puiſſe être. Un priſonnier, quoiqu'il n'ait rien en lui qui l'empêche de ſortir, eſt obligé de reſter, parce que la porte de la priſon eſt fermée.

Très ſouvent l'Impoſſibilité ne doit être attribuée qu'à la rélation qu'il y a entre deux choſes. Un Cylindre, dont le diamètre eſt plus grand que celui de l'ouverture où l'on voudroit l'introduire, ne ſauroit y entrer, à cauſe du rapport qu'il y a entre ces deux grandeurs. Toutes ces Impoſſibilités ſont nommées phyſiques.

Impoſſibilités Morales.

D. N'y a-t-il pas auſſi des Impoſſibilités Morales?

R. Oui.

D. Qu'entendez vous par Impoſſibilité Morale?

R. C'eſt celle, dont il faut chercher la cauſe dans notre Intelligence. Voici un exemple d'une pareille Impoſſibilité. Un homme, dans ſon bon ſens, ne ſe jettera pas de lui-même dans le feu; cela eſt impoſſible, parce qu'il ne ſeroit pas dans ſon bon ſens, s'il s'y jettoit.

CHAPITRE IV.

Du Rien, ou du Néant.

Ce que c'eſt que le Rien.

D. QU'entendez-vous par le Rien, ou le Néant.

R. C'eſt un terme négatif pour marquer ce qui n'eſt pas, ou autrement, la négation de l'exiſtance.

Explication de ce terme.

D. Expliquez-moi cela, je vous prie, par un exemple.

R. En voici un qui vous fera comprendre la choſe clairement. Je ne ſaurois dire que je n'exiſte pas, parce que *je*, ou *moi*, eſt déja une affirmation de mon exiſtance, & qu'il eſt auſſi contradictoire que je n'exiſte pas, quand je dis que je n'exiſte pas, qu'il eſt contradictoire que je n'exiſte pas, quand je dis que je penſe. Ne pas exiſter c'eſt n'être pas; n'être pas eſt donc la négation de l'exiſtance; c'eſt-ce qui s'exprime par le *Rien*, ou le *Néant*, lequel ne ſauroit avoir aucune propriété.

Inconvénient à éviter.

D. Quels inconvéniens doit-on tâcher d'éviter par raport au Néant?

R. On doit prendre garde de ne pas enviſager ce qui n'eſt rien, comme ſi c'étoit quelque choſe; ce qui arrive lorſqu'on affirme que deux Contradictoires peuvent être vrais en même tems. On ne doit pas non plus enviſager quelque choſe comme ſi ce n'étoit rien; ce qui arrive à ceux qui affirment que le Vuide n'eſt rien, dans le tems même qu'ils en admettent l'exiſtance.

CHA-

CHAPITRE V.

Du Principe de la Raiſon ſuffiſante, de celui des Indiſcernables, & de celui de Continuité.

D. QU'appellez-vous Principe de la Raiſon ſuffiſante? Principe de la Raiſon ſuffiſante.

R. C'eſt celui par lequel une perſonne ſe détermine à une choſe plutôt qu'à une autre, par une raiſon ſuffiſante qui lui faſſe voir que cette choſe eſt préférable à l'autre, ou pourquoi elle eſt ainſi plutôt que tout autrement.

D. Quel Auteur a le prémier employé ce Principe? Archimède prémier Auteur de ce Principe.

R. On prétend que c'eſt Archimède, qui l'a employé dans la Mécanique. Ce Philoſophe, voulant démontrer qu'une Balance à bras égaux chargée de poids égaux reſtera en équilibre, fit voir que, dans cette égalité de bras & de poids, la Balance devoit reſter en repos, parce qu'il n'y auroit point de raiſon ſuffiſante, pourquoi l'un des bras deſcendroit plutôt que l'autre.

D. Par qui ce Principe a-t-il été dévelopé? Ce Principe dévelopé par Leibnitz.

R. Par Mr. Leibnitz, qui l'a énoncé très diſtinctement & l'a introduit dans les Sciences.

D. Quels ſont les avantages de ce Principe? Ses avantages.

R. Il bannit de la Philoſophie tous les

raisonnemens à la Scholastique ; car les Scholastiques admettoient bien qu'il ne se fait rien sans cause, mais ils alléguoient pour causes des Natures plastiques, des Ames végétatives, & d'autres mots vuides de sens. Lorsqu'on dit, par exemple, que les Plantes naissent, croissent & se conservent, parce qu'elles ont une Ame végétative, on allègue bien une cause de ces effets, mais une cause qui n'est pas recevable, parce qu'elle ne contient rien par où je puisse comprendre comment s'opère la végétation dont je cherche la cause.

S'il est le fondement de la Morale.

D. N'est il pas aussi le fondement de la Morale ?

R. Oui, puisque c'est de lui que dépendent les règles & les coutumes qui ne sont fondées que sur ce qu'on appelle *Convenance*. Lorsque les hommes choisissent des actions préférablement à d'autres, savoir celles où il y a le plus de raison, ces actions deviennent bonnes, & on ne sauroit les blâmer ; mais elles deviennent déraisonnables, dès qu'il y a des raisons suffisantes pour ne les point commettre.

Principe des Indiscernables.

D. N'est-ce pas de ce Principe que naît celui que Mr. Leibnitz appelle le Principe des Indiscernables ?

R. Oui.

Ce que c'est.

D. Expliquez-moi, je vous prie, ce que c'est que ce Principe.

R. Suivant Leibnitz, ce Principe bannit de l'Univers toute matière similaire ; car, s'il y avoit deux parties de matière absolument similaires & semblables, ensorte qu'on pût mettre l'une à la place de l'autre, sans qu'il arrivât le moindre changement (car c'est ce qu'on entend par entierement semblable), il n'y auroit point de

rai-

raiſon ſuffiſante pourquoi l'une de ces particules ſeroit placée dans la Lune, par exemple, & l'autre ſur la Terre, puiſqu'en les changeant & mettant celle qui eſt dans la Lune ſur la Terre, & celle qui eſt ſur la Terre dans la Lune, toutes choſes demeureroient les mêmes. On eſt donc obligé de reconnoître que les moindres parties de matière ſont diſcernables, que chacune eſt infiniment différente de toute autre, & qu'elle ne pourroit être employée dans une autre place que celle qu'elle occupe, ſans déranger tout l'Univers.

S'il y a dans la Nature deux Corps qui ſe reſſemblent.

D. N'y a-t-il donc pas dans la Nature deux Corps qui ſe reſſemblent entierement?

R. On ne ſauroit en trouver de tels. Vous ne verrez jamais deux Hommes, deux Singes, deux Chiens, deux Poiſſons, en un mot, deux Animaux quelconques de même Eſpèce qui ſe reſſemblent parfaitement; vous y trouverez toujours, en les examinant de près, une différence prodigieuſe. Parcourez un vaſte Parterre, rempli de Tulipes, vous ne trouverez pas parmi ces Fleurs, deux feuilles qui ſe reſſemblent en tout, vous y remarquerez toujours de la variété, ſur-tout en les examinant avec un Microſcope.

Le ſentiment de Leibnitz ſur cette matière combattu par Newton & par Clarke.

D. Ce ſentiment de Leibnitz n'a-t-il pas été combattu?

R. Il l'a été par le fameux Newton & par Clarke. Newton ſoutenoit que Dieu, infiniment libre, comme infiniment puiſſant, a fait beaucoup de choſes qui n'ont d'autre raiſon de leur éxiſtance que ſa ſeule volonté. Par exemple, que les Planètes ſe meuvent d'Occident en Orient plutôt qu'autrement, qu'il y ait un tel nombre d'Animaux,

d'Etoiles, de Mondes, plutôt qu'un autre; que l'Univers fini soit dans un tel ou tel point de l'Espace, *&c.* la volonté de l'Etre Suprême en est sa seule raison.

Leibnitz dit que Dieu a fait en tout le meilleur, parce que s'il ne l'avoit pas fait comme meilleur, il n'eût pas eu raison de le faire. Les Newtoniens répondent qu'il n'y a point de meilleur dans les choses indifférentes. Mais il n'y a point de choses indifférentes répondent les Leibnitiens. Votre idée même a la fatalité absolue, disoit Clarke à Leibnitz, vous faites de Dieu un Etre qui agit par nécessité, & par conséquent un Etre purement passif; ce n'est plus Dieu. Votre Dieu, répondoit Leibnitz, est un Ouvrier capricieux, qui se détermine sans raison suffisante.

La volonté de Dieu est la Raison, répondoit l'Anglois. D'ailleurs il ne paroit pas vrai que plusieurs Etres semblables marquent de la stérilité dans la puissance du Créateur, comme le prétend Leibnitz; car, si les Elémens des choses doivent être absolument semblables pour produire des effets semblables: si, par exemple, les Elémens de l'Eau doivent être les mêmes pour former de l'Eau; cette parfaite ressemblance, cette identité, loin de déroger à la grandeur de Dieu, est un de plus beaux témoignages de sa puissance & de sa sagesse. Joignez à cela que, si les Elémens des choses sont tous différens, si les prémières parties d'un Rayon rouge ne sont pas entierement semblables, il n'y a plus alors de Raison suffisante pourquoi des parties différentes donnent toujours une couleur invariable. Vous voyez qu'il n'est pas facile

le de terminer entierement cette fameuse dispute.

D. Ne suit-il pas encore quelque autre Principe de celui de la Raison suffisante? La Loi de Continuité.

R. Oui; & c'est celui que Leibnitz, à qui nous en sommes redevables, appelle la *Loi de Continuité.*

D. Qu'apprenons-nous par ce Principe? Ce que c'est.

R. Il nous enseigne que rien ne se fait par saut dans la Nature, & qu'un Etre ne passe point d'un état à un autre, sans passer par tous les différens états qu'on peut concevoir entre eux, de même qu'on ne va point d'une Ville à une autre, sans parcourir le chemin qui est entre-deux.

CHAPITRE VI.

Du Nécessaire & du Contingent.

D. QU'entend-vous par Nécessaire en général? Du Nécessaire.

R. J'entens par-là tout ce qui ne peut pas ne point être, ou, ce dont le contraire est impossible, quelle que soit la cause de l'impossibilité.

D. Qu'est-ce que la Nécessité absolue? Nécessité absolue.

R. C'est celle dont le contraire est absolument impossible, c'est-à-dire, qui n'a point de contraire. C'est ainsi que le Triangle a nécessairement trois côtés.

D. Qu'est-ce que la Nécessité Physique? Nécessité Physique.

R. C'est celle dont le contraire emporte quelque impossibilité physique, telle qu'est cel-

celle dont nous avons parlé ci-dessus.

Néceſſité fatale.

D. Qu'eſt-ce que la Néceſſité fatale ?

R. C'eſt celle qui eſt phyſique. Dans les Furieux, la Néceſſité fatale a lieu, parce que leur volonté & leurs actions ſont déterminées par quelque Cauſe phyſique.

Néceſſité Morale.

D. Qu'eſt-ce que la Néceſſité Morale ?

R. C'eſt celle où il y a Impoſſibilité Morale. Je ſuppoſe qu'on laiſſe à un homme le choix d'une heureuſe liberté, ou d'une dure captivité; il eſt moralement impoſſible qu'il ſe détermine pour la captivité, car il faudroit qu'il fût fou pour faire un tel choix.

Contingent.

D. Qu'appelle-t-on Contingent ?

R. On donne ce nom à ce qui peut être ou n'être pas, c'eſt-à-dire, à ce qui n'eſt pas déterminé par ſa propre nature. Il y en a qui nomment Contingent tout ce qui n'arrive pas néceſſairement, & d'autres qui donnent ce nom à ce qui eſt l'effet d'une Néceſſité morale.

CHAPITRE VII.

De la Liberté & de la Fatalité.

Définition de la Liberté.

D. QU'eſt-ce que la Liberté ?

R. C'eſt la faculté de vouloir & de faire ce qu'on veut, quelle que ſoit la détermination de la volonté.

Si on peut ſe déterminer ſans cauſe.

D. Peut-on ſe déterminer ſans cauſe, ou, l'Homme eſt-il libre d'une Liberté d'Indifférence dans les choſes qu'on nomme indifférentes ?

R. Les

R. Les Philoſophes ſont partagés ſur cette queſtion. Les uns prétendent que nous n'avons point de telle Liberté, & la raiſon qu'ils en donnent, c'eſt que le Néant ne ſauroit être la cauſe d'un effet. Lors, diſent-ils, que nous choiſiſſons une choſe, & que nous rejettons l'autre, cette préférence a ſa cauſe; car ce qui paroit digne d'être choiſi, ne paroît pas en même tems devoir être rejetté. La choſe dont on fait choix n'eſt donc pas alors regardée comme indifférente, puiſqu'on ne ſauroit la choiſir ſans la préférer à l'autre.

Ceux qui diſent que nous nous déterminons ſouvent ſans cauſe allèguent les cas où nous faiſons choix, quoiqu'il n'y ait alors, ſuivant eux, ni meilleur, ni pire. On me propoſe de fermer l'une de mes mains; je ferme la gauche. Voila, diſent ces Philoſophes, un de ces cas où l'on ſe détermine ſans cauſe, ou ſans autre raiſon que la volonté. L'Ame ſe détermine, uniquement parce qu'elle veut ſe déterminer. Mais, diſent les autres, pourquoi l'Ame ſe détermine-t-elle ainſi, & non pas autrement? Pourquoi voulez-vous fermer la main gauche, & non pas la droite? Ils ſoutiennent que ſi on n'a pas alors de raiſon à alléguer, on doit convenir que cette action eſt l'effet du Néant, ce qu'on n'a jamais ôſé dire, puiſque le Rien ne ſauroit jamais rien produire.

D. Que doit-on donc penſer ſur cette queſtion épineuſe?

R. Le plus ſûr eſt de la laiſſer indéciſe. Quelque parti qu'on prenne, on rencontre des difficultés immenſes & preſque toujours inſurmontables.

D. Qu'eſt-

Liberté de Spontanéïté.

D. Qu'eſt-ce que la Liberté de Spontanéïté ?

R. C'eſt celle où nous nous déterminons par des motifs ; & ces motifs ſont toujours le dernier réſultat de notre Entendement.

Exemple de cette Liberté.

D. Donnez-moi un exemple de cette eſpèce de Liberté.

R. Quand mon Entendement ſe repréſente qu'il vaut mieux pour moi obéir à la Loi que la violer, j'obéis à la Loi avec une Liberté ſpontanée, je fais volontairement ce que le dernier *dictamen* de mon Entendement m'indique de faire.

Cas où on la perd.

D. Ne perd-on pas ſouvent cette Liberté ſpontanée ?

R. On la perd dans les paſſions exceſſivement fortes, & dans les maladies violentes où le Cerveau ſe trouve entierement dérangé. Les furieux n'ont aucune Liberté, ils ſont déterminés néceſſairement par le vice de leurs organes ; ils ne ſont point les maîtres d'eux-mêmes, ils ne choiſiſſent rien.

Ce que c'eſt que la Fatalité.

D. Qu'eſt-ce que la Fatalité ?

R. C'eſt cette détermination de la Volonté, dont l'effet eſt produit par quelque cauſe phyſique ou méchanique; deſorte que nous n'agiſſons pas, parce que nous le voulons, mais nous voulons, parce que nous agiſſons.

Conſéquences qu'on en tire.

D. Quelles conſéquences tire-t-on de la Fatalité ?

R. Ceux qui l'admettent prétendent que l'Homme n'eſt pas l'Auteur de ſes actions, & que par conſéquent il ne ſauroit éviter de faire le mal. Si ce principe étoit vrai, il n'y auroit ni vices, ni vertus.

CHAPITRE VIII.

Du Tems & de la Durée.

D. QU'eſt-ce que le Tems? — Du Tems.
R. C'eſt l'ordre des Etres ſucceſſifs.
D. Comment diffère-t-il des Etres ſucceſſifs? — Comment il diffère des Etres ſucceſſifs.
R. Il en diffère de même que le Lieu & le Nombre diffèrent des choſes nombrées & coéxiſtantes. Le Tems n'étant qu'un ordre des ſucceſſions continues, ne ſauroit exiſter, à moins qu'il n'exiſte des choſes dans une ſuite continue; ainſi il y a du Tems, dès qu'il y a des choſes ſucceſſives, & il n'y en a plus auſſitôt qu'on ôte ces choſes.
D. Dieu eſt-il dans le Tems? — Si Dieu eſt dans le Tems.
R. Non, puiſqu'il n'y a en lui aucune ſucceſſion, & qu'il ne ſauroit éprouver de changement. N'étant point lié avec les Etres, dont l'union conſtitue le Monde, il ne coéxiſte point aux Etres ſucceſſifs comme les Créatures, & ſa durée ne ſauroit ſe meſurer par celle de ces Etres. Dieu eſt à la fois tout ce qu'il peut être, au-lieu que les Créatures ne peuvent ſubir que ſucceſſivement les états dont elles ſont capables.
D. Y a-t-il des parties actuelles dans le Tems, & peut on le meſurer? — Parties du Tems.
R. Il n'y en a point d'autres que celles que des Etres actuellement exiſtans déſignent. Lorſqu'on ſe forme l'idée d'un moment, on en conſidère le commencement

&

& la fin, & on apperçoit alors que chaque moment peut être divisé en d'autres momens moins grands. Tout ce qu'on conçoit d'indivisible dans le tems, c'est l'instant qui sépare deux momens successifs, qui est la fin du prémier & le commencement du second. On peut mesurer le tems de plusieurs manières. On le mesure souvent par le mouvement uniforme d'un objet ; car, lorsque le mouvement est uniforme, le Mobile parcourera, par exemple, un second pied dans le même tems dans lequel il a parcouru un prémier pied. Ainsi, la durée des choses qui coéxistent au mouvement du Mobile, pendant qu'il parcourt un pied, étant prise pour *un*, la durée de celles qui coéxisteront à son mouvement, pendant qu'il parcourera deux pieds, sera *deux*, & ainsi de suite.

D'où vient la notion du Tems.

D. D'où nous vient la notion du Tems ?

R. Elle vient de la succession de nos idées, & non du mouvement des corps extérieurs ; car nous aurions une succession du Tems, quand même il n'existeroit autre chose que notre Ame. Nous n'aquerons même l'idée du mouvement, que par la refléxion que nous faisons sur les idées successives, que le corps qui se meut excite dans notre esprit par son existance successive aux différens Etres qui l'environnent.

Tems vrai.

D. Qu'est-ce que le Tems vrai ?

R. C'est la Durée envisagée d'une manière abstraite sans succession.

Tems rélatif.

D. Qu'est-ce que le Tems rélatif ?

R. C'est celui qui est désigné par la succession des Etres.

Eternité.

D. Qu'est-ce que la Durée, dont on ôte le commencement & la fin ?

R. C'est

R. C'eſt l'Eternité. Si nous retranchons le commencement de la Durée, c'eſt l'Eternité *à parte ante*; ſi nous en ôtons la fin, c'eſt une Durée perpétuelle, ou l'Eternité *à parte poſt.*

CHAPITRE IX.

De l'Identité.

D. QU'eſt-ce que l'Identité.

R. C'eſt lorſque deux choſes ſont telles, qu'on peut ſubſtituer l'une à la place de l'autre, ſans qu'il arrive aucun changement par rapport à la propriété qu'on conſidère. Par exemple, ſi j'ai une boule de pierre, & une boule de plomb, & que je puiſſe mettre l'une à la place de l'autre dans le baſſin d'une balance, ſans que la balance change de ſituation, je dis que le poids de ces boules eſt identique, qu'il eſt le même, & qu'elles ſont identiques quant à leur poids. On dit auſſi qu'une choſe eſt identique, ou la même, lorſqu'elle ne change point & qu'elle eſt diſtincte de toute autre. En général, une choſe paſſe pour être la même, lorſqu'il n'eſt arrivé aucun changement à ſes attributs eſſentiels; mais s'il s'agit d'une choſe déterminée par certains Modes, il faut que les mêmes Modes y reſtent pour que ſon identité ſoit conſervée. Identité.

D. L'Identité ne dépend-elle pas ſouvent de ce que nous avons dans l'eſprit.

R. Oui;

R. Oui; car une chose est souvent envisagée par l'un comme la même, tandis qu'un autre la regarde comme changée.

CHAPITRE X.

Des Causes & des Effets.

Cause. *D.* QU'est-ce qu'une Cause?

R. C'est une chose sans laquelle une autre ne seroit point.

Effet. *D.* Qu'est-ce qu'un Effet?

R. C'est une chose qui sans une autre ne seroit point.

Effet qui devient Cause. *D.* Un Effet ne peut-il pas devenir Cause?

R. Oui; car si un Effet produit quelque autre chose, il est cause à l'égard de ce qu'il produit, & il est Effet à l'égard de ce qui le produit, d'où il arrive qu'une suite d'Effets devient une suite de Causes, qui sont en même tems Causes & Effets. On peut appeller ces sortes de Causes, *Causes Transférentes* ou *Intermédiaires.*

Différence entre Cause & Condition. *D.* Quelle différence met on entre Cause & Condition?

R. La Cause est ce en quoi réside l'efficace, qui produit l'Effet; au-lieu que la Condition est ce sans quoi la Cause ne sauroit produire son Effet, quoique cette Condition ne renferme en soi aucune efficace proprement dite. Par exemple, une pierre tombe par sa pésanteur: la pésanteur est la cause de sa chute; cependant elle ne sauroit tomber, à moins qu'elle ne cesse

ceſſe d'être ſoutenue ; & c'eſt ce qu'on nomme la Condition.

S'il y a un progrès de Cauſes à l'infini.

D. Y a-t-il des progrès de Cauſes à l'infini, ou, y a-t-il une ſuite de Cauſes ſans commencement ?

R. Cela eſt impoſſible. Comme il eſt contradictoire que tout ſoit Effet, il y a néceſſairement une ou pluſieurs Cauſes quelconques qui ne ſont point Cauſes transférentes ou intermédiaires, mais qui eſt ou qui ſont orginairement prémières Cauſes de toute production.

Prémières Cauſes.

D. Qu'entendez-vous par ces prémières Cauſes ?

R. J'entens par-là un ou pluſieurs Etres néceſſairement exiſtans, qui produiſant tout, & n'étant point produïts, ſont par conſéquent éternels & indépendans.

Il n'y a qu'une ſeule Cauſe antécédente.

D. N'y a-t-il qu'une ſeule Cauſe antécédente à toute autre, ou y en a-t-il pluſieurs ?

R. Il n'y en a qu'une ſeule.

D. Comment le prouvez-vous ?

R. J'ai fait voir, en parlant de l'exiſtance & des Attributs de Dieu, que c'eſt un Etre eſſentiellement exiſtant, éternel, tout-puiſſant, intelligent, actif, cauſe directe ou indirecte, mais libre, de tout ce qui eſt ou peut être : Or cet Etre eſt unique, car s'il y en avoit un autre ſa toute-puiſſance ſeroit bornée. Il n'y a donc qu'une ſeule Cauſe antécédente à toute autre, & cette prémière Cauſe c'eſt Dieu même. Je renvoie ſur cela à ce que j'ai dit ci-deſſus dans le Chapitre de l'Exiſtance de Dieu.



LIVRE TROISIEME.

De la Physique expérimentale.

CHAPITRE I.

De la Physique en général. Des Règles & des Loix de la Nature. Division de la Physique. Son utilité. Histoire des découvertes faites par les Anciens & par les Modernes. Pourquoi l'étude de cette Science doit entrer dans le plan de l'éducation des Enfans.

Signification du mot *Physique*.

D. QUelle est la signification du mot *Physique*?

R. Ce mot, qui vient du Grec, signifie *Nature*.

Ce que c'est que la Nature.

D. Qu'est-ce que la Nature?

R. C'est cette force active, ou ce mécanisme que Dieu a établi dans l'instant de la création de tous les Etres, & qui produit tous les phénomènes admirables que nous remarquons dans l'Univers. *La Nature*, dit Mr. de Fontenelle (*a*), *n'est jamais si*

(*a*) Dans la *Préface* de l'*Hist. de l'Acad. Roy. des Scienc.*

ſi admirable, ni ſi admirée que quand elle eſt connue. Ainſi l'ordre de l'Univers, les loix que l'Etre Suprême a établies dans tout ce qu'il a créé & qu'il conſerve, voila proprement ce qu'on doit entendre par *la Nature.*

Si les Loix de la Nature ſont invariables.

D. Ces loix ſont-elles invariables.

R. Puiſque le Monde ſubſiſte tel qu'il étoit en ſortant des mains du Créateur, il faut que ſes mouvemens aient des loix invariables; & ſi l'on pouvoit imaginer un autre Monde que celui-ci, il auroit des règles conſtantes, ou il ſeroit détruit.

Nous voyons, par exemple, que le Soleil ſe leve & ſe couche chaque jour, & le tems où il ſe leve & où il ſe couche, eſt toujours déterminé pour chaque ſaiſon de l'année & pour chaque lieu de la Terre. Les Plantes de même eſpèce, en ſuppoſant les mêmes circonſtances, ſont produites & croiſſent de la même manière. Les effets mêmes, que nous regardons comme fortuits, & que nous attribuons au hazard, dépendent de quelques loix fixes.

Ces règles de la Nature ſont un raport conſtamment établi. Entre un corps mu & un autre corps mu, c'eſt ſuivant les raports de la maſſe & de la viteſſe que les mouvemens ſont reçus, augmentés, diminués, perdus; *chaque diverſité eſt uniformité, chaque changement eſt conſtance*, dit un homme illuſtre (*a*). Ainſi une Loi de la Nature eſt une règle, ſuivant laquelle Dieu a voulu que certains mouvemens fuſſent toujours les mêmes dans les mêmes occaſions.

D. Com-

(*a*) L'Auteur de *L'Eſprit des Loix.*

Definition de la Physique.

D. Comment définissez-vous donc la Physique ?

R. La Physique est une des parties de la Philosophie qui nous apprend à connoître l'ordre & les loix de la Nature, les phénomènes qu'elle produit, l'origine des corps, leur formation, leur force, leur état, leurs varietés, les changemens qui leur arrivent, leurs proprietés, leurs usages, leur destination.

Règles pour découvrir les Loix de la Nature.

D. N'y a-t-il pas des Règles à suivre pour découvrir les loix de la Nature ?

R. Le célèbre Newton, & d'autres Philosophes après lui, en propose trois qui sont fondées sur cet Axiome : Que le Créateur gouverne l'Univers par des loix que sa Sagesse lui a dictées, ou qui découlent de la nature même des choses.

Trois Règles de Newton.

D. Quelles sont ces trois Règles de Newton ?

R. La prémière de ces Règles consiste à n'admettre en Physique d'autres causes que celles qui sont vraies, & qui suffisent pour en expliquer les phénomènes. La seconde Règle est, que les effets naturels de même genre sont produits par les mêmes causes. La troisième Règle est, que les qualités qui ne sont pas susceptibles d'accroissement ou de diminution, & qui conviennent à tous les corps, sur lesquels on peut faire des expériences, doivent être regardées comme des proprietés de tous les corps en général.

Ce que c'est que Phénomènes.

D. Qu'entendez-vous par le mot *Phénomènes* dont vous parlez dans la prémière de ces Règles ?

R. Ce mot vient du Grec, & signifie les apparences des choses. Ainsi par Phéno-

nomènes de la Nature on entend en Phyſique, tout ce qui tombe ſous les ſens; l'arrangement des corps entre eux, & leurs mouvemens, pourvu que ces mouvemens & cet arrangement ne dépendent pas immédiatement de l'action de quelque Etre intelligent.

Diviſion de la Phyſique.

D. En combien de parties diviſe-t-on la Phyſique.

R. On peut la diviſer en quatre parties principales, ſavoir:

Somatologie.

1. La Somatologie (*a*), qui traite de la nature commune, des proprietés, & des qualités de la matière, & de ſes différentes combinaiſons dans les corps naturels.

Coſmologie ou Uranologie.

2. La Coſmologie ou Uranologie (*b*), qui traite de la nature, de la conſtitution, des parties de l'Univers en général, & en particulier de notre Syſtême ſolaire, ſavoir du Soleil, de la Lune, des Planètes, des Comètes, des Etoiles fixes.

Aréologie.

3. L'Aréologie (*c*), qui traite de l'Air, de l'Atmoſphère ou région de l'Air, & de tous les phénomènes qui y ont raport, tels que ſont les Vents, les Météores, &c.

Géologie.

4. La Géologie, ou doctrine générale de notre Globe, qui traite de ſa nature, de ſa forme, de ſes parties, de ſes productions, de ſes diviſions, des viciſſitudes des ſaiſons, & autres qualités ſemblables. Cette partie comprend la Terre ferme, les Eaux, l'Homme, les Animaux de toutes eſpè-

ces,

(*a*) Ce mot Grec ſignifie *Diſcours ſur les Corps.*

(*b*) Coſmologie veut dire *Diſcours ſur le Monde ou l'Univers*, & l'Uranologie *Diſcours ſur le Ciel.*

(*c*) L'Aréologie ſignifie *Diſcours ſur l'Air.*

ces, les Végétaux, les Minéraux, les Métaux, les Foſſiles, les Pierres, les différentes couches ou lits de la Terre, & diverſes autres ſubſtances qui ſe trouvent dans ſon ſein.

Utilité de la Phyſique.

D. La Phyſique peut-elle être d'une grande utilité ?

R. Comme elle influe ſur toutes les autres Sciences, il n'y a preſque perſonne qui ne doive ſe faire un devoir d'en aquérir du moins quelque connoiſſance. L'un des plus grands-hommes de l'Antiquité l'a vantée comme une reſſource pour l'eſprit humain, comme une occupation dont on pouvoit tirer avantage dans tous les tems & dans toutes les circonſtances de la vie (*a*).

Curioſité louable qu'elle excite.

Quelque profeſſion qu'on embraſſe, on a chaque jour l'occaſion de réfléchir ſur la force des corps, ſur le mouvement des fluïdes, ſur les effets merveilleux de l'air & du feu, ſur ceux du tonnère, ſur les phénomènes admirables de l'Aiman & des corps électriques, ſur le flux & reflux de la Mer, ſur l'arc-en-ciel, ſur la varieté des Animaux & des Végétaux, ſur l'action & les effets d'une infinité de machines, touchant le choix deſquelles on a ſouvent intérêt de ſavoir décider à propos. Eſt-il poſſible de voir une Montre, une Pendule, un Cadran, une Pompe, une Lanterne magique, un Violon, un Fuſil, un Moulin, un Baromètre, un Thermomètre, des Lunettes, des Téleſcopes, des Microſcopes, ſans deſirer d'en

(*a*) *Hæc ſtudia adoleſcentiam alunt, ſenectutem oblectant; ſecundas res ornant; adverſis perfugium ac ſolatium præbent; delectant domi, non impediunt foris; pernoctant nobiſcum, peregrinantur, ruſticantur.* Cicero pro Archia Poeta.

d'en connoître la mécanique & les propriétés, sur lesquelles la construction de ces instrumens est fondée?

L'étude de la Physique est nécessaire aux Théologiens. C'est dans les merveilles de la Nature qu'ils doivent puiser la plus forte preuve de l'existance d'un Dieu. Plus on contemple l'Univers, plus on est convaincu que ce qu'il contient ne sauroit être l'effet du hazard. La beauté, la régularité, l'harmonie qui règne par tout, annoncent une puissance infinie qui étonne, une sagesse profonde qu'on ne peut assez admirer, un dessein, des intentions, une bonté qui méritent toute notre reconnoissance. Dans les tems d'ignorance les Théologiens n'ont souvent multiplié mal-à propos les miracles, que pour n'avoir eu aucune connoissance de la Physique. Certains effets naturels qu'ils ne pouvoient comprendre, ils les attribuoient au Démon.

L'étude de la Physique nécessaire aux Théologiens.

La Physique s'allie très bien avec la Jurisprudence, elle devroit même toujours l'accompagner. Tel Juge a rendu de faux jugemens, pour avoir ignoré la cause de certains effets naturels, dont il auroit pu s'instruire. Galilée ne sortit de l'Inquisition en 1633, qu'après avoir abjuré l'opinion du mouvement de la Terre. Un habile Machiniste fut brulé comme Magicien en 1664, par Arrêt du Parlement de Provence, pour avoir fait voir un Squelette qui jouoit de la guitarre. L'histoire est pleine d'exemples de malheureux qu'on a fait mourir pour sortilège.

Pourquoi la Physique est nécessaire aux Juges.

La Médecine tire de la Physique des secours infinis, elle en est elle-même une des principales branches. L'Anatomie, la Chirur-

Secours que la Médecine en tire.

rurgie, la Chimie, la Botanique, tout ce qui regarde la conſervation de la vie appartient à la Phyſique. La connoiſſance de la Médecine dépend abſolument de celle de la Mécanique. C'eſt ce qu'a très bien démontré l'un des plus grands Médecins de ce ſiècle (*a*).

Et la Navigation, & la Géographie.

La Navigation, Art ſi utile au Genre-humain, & cultivé aujourdhui avec tant de ſoin en Europe, tient néceſſairement à l'Aſtronomie; & jamais l'Aſtronomie, dit Mr. de Fontenelle (*b*), ne peut être pouſſée trop loin pour l'intérêt de la Navigation. L'Aſtronomie a un beſoin indiſpenſable de l'Optique à cauſe des Lunettes de longue vue, & l'une & l'autre, ainſi que toutes les parties des Mathématiques, ſont fondées ſur la Géométrie, & ſur l'Algèbre même.

Utilité de la connoiſſance de la figure de la Terre.

La connoiſſance de la figure de la Terre eſt d'une utilité directe & pour la Géographie & pour la Navigation, comme l'a fait voir l'un des plus grands Mathématiciens de ce ſiècle (*c*). La figure d'un Sphéroïde applati, tel que Mr. Newton l'a établi, & celle d'un Sphéroïde allongé, tel que celui dont

(*a*) Mr. Boerhave dans cette belle Harangue qui a pour titre, *de uſu Raciocinii mechanici in Medicina. Omnia hæc*, dit-il, *in ſpecimen allata, ... an non evincunt ſatis, cuncta ferè, quæ vitam, ſanitatemque noſtram faciunt, vel ſequuntur, pendere à motu illo, quo humores per vaſa mutuâ planè moventur & agunt viciſſim agitatione? Cujus effectus & leges, cum ſoli ritè intelligant, explicent, & demonſtrent, in Pneumaticis, atque Hydraulicis, Mechanici, concludo cuncta ergo rurſum diſciplinæ ſubjecta Mechanicæ.*

(*b*) Préface de l'*Académie Roy. des Scienc.*

(*c*) Mr de Maupertuis dans la Préface de ſes *Elémens de Géographie.*

dont les dimenſions ſont déterminées dans le Livre de la Grandeur & Figure de la Terre, donnent les diſtances différentes pour les Lieux placés ſur l'un & ſur l'autre, aux mêmes Latitudes & Longitudes; & il eſt important pour les Navigateurs de ne pas croire naviger ſur l'un de ces Sphéroïdes, lorſqu'ils ſont ſur l'autre. Pour des Lieux ſitués ſous le même Parallèle, il y auroit de grandes erreurs, auxquelles il ſeroit difficile de remédier. Sur des routes de cent degrés en Longitude, on ſe tromperoit de plus de deux degrés, ſi navigeant ſur le Sphéroïde de Mr. Newton, on ſe croyoit ſur celui du Livre de la Grandeur & Figure de la Terre. Combien de Vaiſſeaux ont péri pour des erreurs moins conſidérables!

Le Navigateur eſt expoſé à pluſieurs autres erreurs dans ce qui regarde la direction de ſa route & la viteſſe de ſon Vaiſſeau, parmi lesquelles l'erreur qui naît de l'ignorance de la Figure de la Terre, ſe trouve confondue & cachée. Cependant, c'eſt toujours une ſource d'erreur de plus; &, s'il arrive quelque jour que les autres élémens de la Navigation ſoient perfectionnés, ce qui ſera de plus important pour lui, ſera la détermination exacte de la figure de la Terre.

Raport entre la figure de la Terre & la parallaxe de la Lune.

L'utilité de la connoiſſance de la figure de la Terre pour l'Aſtronomie, réjaillit auſſi ſur la Géographie & la Navigation. Il y a, ſuivant l'Auteur que je viens de citer (*a*), un raport néceſſaire entre la figure de

(*a*) Voyez la Préface du Diſcours de Mr. de Maupertuis ſur la *Parallaxe de la Lune.*

de la Terre & la Parallaxe de la Lune, qui sert à mesurer toutes les distances entre les Corps célestes de cet Univers, & qui est l'élément le plus important de l'Astronomie. Sans cette Parallaxe, jointe à la connoissance de la figure de la Terre, on ne sauroit déterminer exactement les Lieux de la Lune dans le Ciel, ni bien connoître ses mouvemens; & c'est sur la connoissance exacte des mouvemens de la Lune, qu'est fondé l'espoir le plus raisonnable des Longitudes sur Mer.

D'où dépend la perfection du Nivellement.

La perfection du Nivellement dépend aussi de la connoissance de la figure de la Terre. Il y a un tel enchaînement dans les Sciences, que les mêmes élemens qui servent à conduire un Vaisseau sur la Mer, servent à faire connoître le cours de la Lune, & à faire couler les Eaux dans les lieux où l'on en a besoin.

Connoissance importante de la Physique.

Une autre connoissance bien utile, & peut-être la plus importante de toute la Physique, c'est celle-ci. Le mouvement de la Terre autour de son axe, étant une fois posé, & la figure de la Terre bien déterminée, les expériences du Pendule feront connoître dans chaque Lieu, vers quel point de l'axe de la Terre tend la Gravité primitive, la Gravité telle qu'elle seroit si la Force centrifuge, qui naît du mouvement de la Terre, ne l'avoit point altérée. L'importance de cette connoissance consiste en ce qu'elle nous conduit à découvrir la nature de cette force; qui faisant agir toutes les Machines dont les hommes se servent, s'étend jusques dans les Cieux, pour y faire mouvoir la Terre & les Planètes, & semble être l'Agent universel de la Nature.

Un Historien ne doit pas négliger l'étude de la Physique, il peut en tirer de grands avantages. Instruit des effets de la Nature, il n'aura garde de les faire passer pour des prodiges.

La Physique nécessaire aux Historiens.

Cette Science n'est pas moins nécessaire aux Politiques, aux Critiques, aux Orateurs, aux Moralistes. Leurs Ouvrages en seront plus beaux, plus solides, toutes choses d'ailleurs égales, s'ils sont faits de mains de Géomètres. L'ordre, la netteté, la précision, l'exactitude, qui règnent dans les bons Livres depuis un certain tems, ont sans contredit leur première source dans cet esprit géométrique, qui se répand plus que jamais, & qui en quelque façon se communique de proche en proche à ceux mêmes qui ne connoissent pas la Géométrie.

Aux Politiques, aux Critiques, aux Orateurs, aux Moralistes.

La Physique a encore une infinité d'autres avantages. Elle nous garantit de la superstition, elle nous fait voir la vanité des présages, elle nous découvre l'abus des diverses espèces de divinations qui se sont pratiquées dans le monde. En nous délivrant des préjugés qui viennent de l'éducation ou du faux raport de nos sens, elle nous apprend à suspendre à propos notre jugement. Le prémier pas que l'on doit faire pour découvrir la vérité, c'est de commencer par douter, à l'exemple de Descartes.

Divers avantages de la Physique.

La Physique mériteroit d'être cultivée, n'eût-elle d'autre avantage que celui de servir d'amusement agréable à l'esprit. Si l'Histoire, dit Mr. de Fontenelle, fournit aux hommes un spectacle agréable de révolution, d'affaires, de mœurs, de naissances, de chutes, de décadences d'Empires & de Royaumes; quels charmes n'a pas aussi l'étu-

Amusement qu'elle fournit à l'esprit.

de d'une Science infiniment plus variée, infiniment plus curieuſe, que toutes les hiſtoires des diverſes opinions, des coutumes des différens Peuples!

Occupations agréables d'un Phyſicien.

La nuit envelopée de tenèbres & d'horreur pour les autres hommes, eſt une occupation des plus douces pour le Phyſicien. Un Ciel brillant d'Etoiles le rend attentif à en conſidérer juſqu'au moindre mouvement. Les Eclipſes, les Phaſes diverſes, attirent toute ſon attention, toute ſon admiration. Il en prédit le jour, l'heure, le moment, la minute, même la ſeconde. Vous diriez que le Ciel attentif à ſes connoiſſances, à ſes lumières, attend, pour ainſi dire, les ordres du Phyſicien, pour faire paroître à nos yeux tant de merveilles. La pluie ſuccède t-elle au tems ſerein, la tempête au calme; la recherche des cauſes, qui produiſent tous ces effets divers, lui procurent toujours un nouveau plaiſir.

A la lumière de cette Science le Phyſicien pénètre juſques dans le ſein de la Terre, pour y voir opérer la Nature dans la conformation des différens corps qui s'engendrent dans ſes entrailles. Là il voit des feux s'allumer, creuſer des abîmes, ébranler la terre juſques dans ſes fondemens, lancer juſqu'aux Cieux des torrens de flammes, des fleuves de feu, des rochers fondus, des cendres brulantes, & répandre par-tout l'épouvante & l'effroi. Ici il découvre les routes cachées que ſuivent les vapeurs ſur les montagnes, pour y faire ſourdre les Fontaines, les Rivières & les Fleuves. Là il contemple de quelle manière la ſève ſecondée du reſſort de l'air intérieur, monte dans les Plantes, circule dans leurs fibres & leurs

leurs trachées, les charge de feuilles, de fleurs & de fruits.

Il examine enſuite comment du ſein de la Terre & de la Mer, il peut ſortir cette quantité prodigieuſe de vapeurs & d'exhalaiſons, pour former les nuages, & dans les nuages le tonnère & la foudre. Il la ſuit par tout, il la voit ſe former, s'allumer, & produire ſes épouvantables effets accompagnés d'un bruit effroiable. Il la voit cette foudre s'élancer dans les airs, voltiger au gré des vents, fendre & déraciner les arbres, renverſer les tours & les clochers, fondre les métaux, & produire une infinité d'autres prodiges auſſi curieux qu'épouvantables.

Le flux & reflux de la Mer eſt pour le Phyſicien un objet digne de ſa curioſité. Il admire dans le ſilence ce phénomène, qui, quoiqu'auſſi ancien que le Monde, ne laiſſe pas d'être toujours aſſez nouveau pour les Philoſophes, même les plus conſommés dans l'étude de la Nature. Il pénètre avec les Plongeurs juſqu'au fond des abîmes pour y contempler l'origine d'une infinité de curioſités qui ſe rencontrent dans le Monde aquatique. Revenu à lui-même, il prend ſon effort juſques dans les plus hautes régions de l'air; & ravi des proprietés admirables de cet élément, il ſe tranſporte juſques dans les Planètes. Leur grandeur, leur diſtance merveilleuſe, leurs phaſes, leurs taches, font tour à tour l'objet de ſes recherches & de ſon étude particulière.

Tels ſont les charmes de la Phyſique, tels ſont les plaiſirs qu'elle procure à l'eſprit, plaiſirs doux, qui ne ſont jamais mêlés de chagrins, plaiſirs qui ſe renouvellent cha- *Beau ſpectacle qu'elle préſente.*

que jour, qui ſe multiplient à l'infini, parce que la ſource où on les puiſe, eſt une ſource inépuiſable. „ Quand l'Aſtronomie, „ dit Mr. de Fontenelle, ne ſeroit pas auſſi „ abſolument néceſſaire qu'elle l'eſt pour „ la Géographie, pour la Navigation, & „ même pour le Culte Divin, elle ſeroit „ infiniment digne de la curioſité de tous „ les eſprits par le grand & ſuperbe ſpectacle qu'elle leur préſente. Il y a dans „ certaines mines très profondes des malheureux qui y ſont nés, & qui y mourront ſans avoir jamais vu le Soleil. Telle eſt à-peu-près la condition de ceux „ qui ignorent la nature, l'ordre, le cours „ de ces grands Globes qui roulent ſur „ leurs têtes, à qui les plus grandes beautés du Ciel ſont inconnues, & qui n'ont „ point aſſez de lumières pour jouir de „ l'Univers. Ce ſont les travaux des Aſtronomes, qui nous donnent des yeux, & „ nous dévoilent la prodigieuſe magnificence de ce Monde preſque uniquement habité par des aveugles.

Si l'on peut connoître le mécaniſme de l'Univers.

D. Peut-on ſe flatter de pouvoir un jour connoître la Nature à fond, les prémiers élémens des Corps, leurs principes, le mécaniſme admirable de leurs parties?

R. Tout cela eſt caché aux hommes, ils ne le connoitront jamais, c'eſt pour eux un ſecret impénétrable. Quel eſt le Philoſophe qui peut lever le voile qui couvre les deſſeins du Créateur, & les reſſorts qu'il fait agir pour produire les effets qui ſe montrent à nos yeux? La Phyſique peut bien nous faire voir l'ordre admirable qui règne dans cette petite partie de l'Univers que nous voyons, comment tout eſt lié,

comment tout se soutient; mais le reste est un mystère qui se dérobe à notre intelligence ainsi qu'à nos sens.

Mais quoique nous ne puissions pas espérer de parvenir à une parfaite connoissance de la Nature, cela ne doit pas nous rebuter. On y découvre tous les jours une infinité de choses curieuses & utiles au progrès des Sciences & des Arts, où l'on ne peut atteindre à un certain degré de perfection sans l'étude de la Nature. „ Amassons toujours, dit l'Auteur que je viens „ de citer (*a*), des vérités de Mathématiques & de Physique, au hazard de ce „ qui en arrivera, ce n'est pas risquer beaucoup. Il est certain qu'elles seront puisées dans un fonds d'où il en est sorti un „ grand nombre qui se sont trouvées utiles. Nous pouvons présumer avec raison que de ce même fonds nous en tirerons plusieurs, brillantes dès leur naissance, d'une utilité sensible & incontestable. Il y en aura d'autres qui attendront quelque tems qu'une fine méditation ou un heureux hazard découvre leur „ usage. Il y en aura qui, prises séparément, seront stériles, & ne cesseront de „ l'être que quand on s'avisera de les rapprocher. Enfin, au pis aller, il y en „ aura qui seront éternellement inutiles.

Utilité des Observations physiques.

D. Les Anciens ont-ils fait de grands progrès dans l'étude de la Physique?

Pourquoi les Anciens n'avoient qu'une connoissance imparfaite de la Physique.

R. Rien de plus imparfait que leur Physique. Ils ne connoissoient presque pas la Na-

(*a*) Mr. de Fontenelle, Préface de l'*Histoire de l'Acad. Roy. des Scienc.*

Nature, parce qu'ils ne l'examinoient pas assez; ils ne faisoient point d'expériences, ils manquoient d'instrumens pour en faire. Pendant plus de deux mille ans cette Science n'a été presque autre chose qu'un vain assemblage de Systêmes, qui se succédoient les uns aux autres & se détruisoient réciproquement.

D. Ne sommes-nous donc redevables aux Anciens d'aucune découverte importante?

R. Oui sans doute; mais ces découvertes ne sont point à comparer avec celles qu'on a faites en Europe dans les derniers siècles, & sur-tout depuis le renouvellement des Sciences.

D. Quelle est l'histoire de ces découvertes?

R. Voici quelques faits dignes d'être remarqués, à l'aide desquels on pourra s'en former une légère idée.

La Géographie & l'Astronomie cultivées par les Anciens.

Il y a lieu de croire que la Géographie & l'Astronomie sont les deux parties de la Physique que les Anciens ont cultivées les prémières. Dans les voyages que firent les prémiers Hommes ils n'alloient d'un lieu à un autre, que par la connoissance que les gens de chaque païs leur donnoient des chemins qu'ils devoient suivre. Ces chemins leur étoient désignés par des objets fixes, comme des arbres, des rivières, des montagnes.

Origine de la Ligne méridienne.

Les besoins des Hommes leur firent bientôt trouver d'autres moyens pour se conduire dans des voyages plus longs. Ayant observé que pendant que presque toutes les Etoiles tournoient autour d'eux, quelques-unes demeuroient toujours dans la mê-

même ſituation, ils en conclurent qu'elles pouvoient leur ſervir de termes immobiles. Ils s'apperçurent que tous les jours à midi, le Soleil, dans ſa plus grande élevation, ſe trouvoit à l'oppoſite du lieu qui répondoit à ces Etoiles ; & ce fut là vraiſemblablement l'origine de la Ligne Méridienne. Dès qu'ils eurent la prémière ébauche de cette Ligne, ce fut une règle fixe qui put les conduire dans leurs voyages. Il ſuffiſoit de ſavoir que, pour aller dans un tel païs, il falloit ſuivre cette Ligne, en allant vers le Soleil, ou vers le côté oppoſé; que, pour aller dans tel ou tel autre, il falloit une route qui coupât cette Ligne avec telle ou telle obliquité.

Aſtronomie des prémiers tems. La Néoménie.

Dans ces prémiers tems les Hommes touchés du double ſervice que leur rendoit la Lune, en éclairant la nuit & en réglant toute la Societé, conſacrèrent l'uſage qu'ils faiſoient de ſes Phaſes par une fête qu'ils célébroient à chacun de ſes renouvellemens, & qu'ils nommoient la Néoménie. Sans examiner les différentes Conſtellations ſous leſquelles la Lune ſe trouvoit ſucceſſivement placée dans la durée de ſon cours, on ſe contentoit d'en déterminer les progrés par la diverſité de ſes apparences; &, au-lieu d'employer le Calcul, comme on a fait depuis, pour marquer le moment précis où elle atteint de nouveau le Soleil, ſous lequel elle avoit paſſé 29 jours auparavant, l'Aſtronomie d'alors s'en tenoit au ſimple raport des yeux, & l'on comptoit la Nouvelle Lune, du jour qu'on la pouvoit apercevoir. C'eſt pour la découvrir librement qu'on s'aſſembloit ſur des

lieux élevés ou deserts, & éloignés des habitations des hommes, afin que rien ne fît obstacle & ne bornât la vue de l'Horizon. Quand le Croissant avoit été vu, on célébroit la Néoménie, ou le Sacrifice du Nouveau Mois.

Comment on fixa le commencement & la fin de l'Année.

Après l'introduction des Néoménies par l'observation de la prémière Phase de la Lune, on s'appliqua à fixer le commencement & la fin de l'année. Douze Lunaisons consécutives, c'est-à-dire, douze révolutions de la Lune tour à tour écartée & raprochée du Soleil, ne suffisoient pas pour égaler la durée entiere d'une année; & la durée de treize Lunaisons excédoit celle de l'année: car douze fois 29 jours ne font que 348, & treize fois 29 font 377 jours: au-lieu que l'année n'en contient que 365 & quelques heures.

Découverte d'une nouvelle manière de mesurer le Tems.

Pour avoir douze portions d'année parfaitement égales, ou douze mois qui fussent exactement équivalens à l'année même, ils partagèrent la route du Soleil en douze égales portions ou amas d'Etoiles, qu'on nomme Astérismes ou Constellations, & qu'ils appellèrent les Stations ou les Maisons du Soleil, & ils en assignèrent trois à chaque Saison. Par une invention particulière, dont on fait honneur aux prémiers habitans de Chaldée, qui sont les pères de l'Astronomie, les Observateurs s'assurèrent de la grande route annuelle que le Soleil suit fidélement dans les Cieux, & de l'égalité des espaces qu'occupent les douze amas d'Etoiles qui bornent cette route. De cette manière le Genre-humain aquit une nouvelle manière de mesurer le tems. Il savoit déja sans effort & sans précaution régler

gler l'ordre des affaires courantes par la ſeule vue des Phaſes de la Lune. Avec la connoiſſance du Zodiaque il aquit une juſte connoiſſance de l'année. Douze mots appliqués à douze parties du Ciel, qui rouloient toutes les nuits ſous ſes yeux, étoit une Science auſſi commode & auſſi avantageuſe pour lui que facile à aquerir.

Origine de la Peinture & de l'Art d'écrire.

On prétend que l'Aſtronomie donna naiſſance à la Peinture; & qu'enſuite l'une & l'autre concoururent à faire trouver l'art d'écrire. Huit des figures du Zodiaque ont effectivement un raport ſi évident avec les Animaux ou les objets dont elles portent le nom, qu'on ne peut guère douter qu'elles n'en ſoient la peinture. Par exemple, la prémière A eſt un crayon des Cornes du Bélier; la ſeconde B eſt le devant d'une Tête de Boeuf; la troiſième C eſt la réunion de deux Têtes de Chévreaux, &c. Cette Ecriture ſymbolique eſt le prémier fruit de l'Aſtronomie.

Les beſoins de la Navigation font découvrir les mouvemens des deux Ourſes.

Les beſoins du Commerce, des tranſports, & de la Navigation firent enſuite découvrir dans le Ciel la ſituation & les mouvemens des deux Ourſes. Les Navigateurs s'appliquèrent ſur-tout à obſerver la dernière Etoile de la petite Ourſe, parce qu'étant très peu éloignée du Pole, ou du point ſur lequel tout le Ciel paroit tourner, elle décrît à l'entour un Cercle ſi petit, qu'il eſt preſque inſenſible, enſorte qu'on la voit toujours vers le même point du Ciel. On la nomme pour cette raiſon l'Etoile Polaire. La connoiſſance de cette Etoile rendit la Navigation plus hardie & plus heureuſe. Thalès de Milet, qui avoit appris des Phéniciens l'important uſage de cette obſervation,

tion, la communiqua aux Grecs d'Ionie, & par eux à toute la Grèce, près de 600 ans avant J. C.

Thalès prédit les Eclipses.

Thalès détermina ensuite toute la suite des Etoiles sous lesquelles le Soleil se trouve successivement porté dans la durée d'un an; &, après avoir épié toutes les différentes marches de la Lune, il parvint à prédire les Eclipses, dont la connoissance est d'une si grande utilité pour la Géographie.

Avantages de l'observation des Etoiles.

Un autre avantage qu'on tira de l'observation des Eclipses de Lune, fut de s'assurer de la rondeur de la Terre, assez peu connue auparavant. Les Orientaux donnoient à la Terre le nom de Table, parce que c'étoit un préjugé universel que la Terre étoit une surface platte, terminée par un abîme d'eau. Les Poètes aidèrent ce préjugé, en parlant toujours du lever & du coucher des Astres, comme s'ils sortoient le matin du fond de l'Océan, & qu'ils s'y allassent rafraichir le soir.

L'Ecole Ionienne reconnoit la rondeur de la Terre.

L'Ecole Ionienne renonça à ces préjugés. Jugeant de la figure de la Terre par la figure de l'Ombre terrestre, qui échancroit peu-à-peu le disque de la Lune, elle ne put douter de la rondeur de la Terre. Anaximandre & les autres successeurs de Thalès, perséverans dans ce genre d'étude si sensé & si utile, osèrent donner la description, la figure, les distances, & les raports des païs connus. Depuis ce tems-là l'émulation, le goût des Sciences, les Mathématiques, le Commerce, la Marine marchèrent d'un pas égal, & allèrent toujours en augmentant parmi les Grecs.

Alexandre

Alexandre le Grand donna une forme nou-

nouvelle aux Sciences. Ce Prince, plein des grandes idées que ſon Maître Ariſtote lui avoit inſpirées, avoit avec lui dans ſes expéditions, des Savans qui étoient chargés de recueillir les diſtances des lieux, les particularités de l'Hiſtoire Naturelle, & toutes les obſervations faites par les Peuples dont il parcouroit les Provinces. L'Aſtronomie, la Géographie & l'Hiſtoire y gagnèrent beaucoup.

le Grand donne une forme nouvelle aux Sciences.

Des Succeſſeurs d'Alexandre, il n'y en a point qui ayent rendu plus de ſervice à l'Aſtronomie, que les Lagides. Les Ptolomées ne jugeant rien de plus digne de leurs libéralités, que les travaux de l'Aſtronomie, Alexandrie leur Capitale devint l'Ecole de cette Science. Conon, Ariſtide, Timocharis, & bien d'autres s'y diſtinguèrent, & firent des obſervations utiles à la Navigation. Eraſtotène, Garde de la Bibliothèque d'Alexandrie, ſous le règne de Ptolomée Evergète, entreprit de calculer le nombre de Stades, ou meſures de 125 pas à 5 pieds le pas, qui pouvoient entrer dans le circuit de notre Globe; & il eut la gloire d'approcher de la vérité. Hipparque, grand Obſervateur de la même Ecole, diſtingua mille vingt-deux Etoiles, & les appella chacune par leurs noms.

Alexandrie devient l'Ecole de l'Aſtronomie.

Les Gaulois ne négligeoient pas l'étude de la Nature. Leurs Druïdes, ou leurs Prêtres, en avoient au moins des connoiſſances uſuelles, qu'ils communiquoient de vive voix & ſans écriture à leurs Diſciples. Ils leur enſeignoient l'Aſtronomie, la Géographie, la Phyſique (*a*). Les

L'étude de la Nature cultivée par les Gaulois.

(*a*) C'eſt ce qu'on peut conjecturer de ce paſſage

Et ſur-tout par les habitans de Marſeille.

Les habitans de Marſeille étant depuis longtems dans la poſſeſſion d'un Commerce très floriſſant, & voulant s'étendre ſur l'Océan, comme ſur la Méditerranée, animèrent par des récompenſes les obſervations aſtronomiques qui pouvoient aider leur navigation.

Gnomon élevé dans Marſeille par Pythéas.

Dès le tems d'Alexandre, Pythéas avoit élevé dans Marſeille un Gnomon, & meſurant le jour du Solſtice d'Eté, la longueur de l'Ombre, puis la comparant avec la hauteur du Gnomon, il détermina combien il s'en falloit que le Soleil ne fût immédiatement au Zénith au-deſſus de Marſeille, & par conſéquent de combien Marſeille étoit éloigné du Tropique & de l'Equateur. Il trouva que le jour du Solſtice, la longueur de l'Ombre d'un Stile eſt à la hauteur du Stile même, comme 41 eſt à 120; proportion que Gaſſendi retrouva la même à Marſeille en 1636, c'eſt-à-dire plus de deux mille ans après la prémière obſervation.

La Phyſique peu cultivée par les Romains.

La Phyſique & l'Aſtronomie ne trouvèrent parmi les Romains qu'un petit nombre de Partiſans. Le beſoin plutôt que le goût rendit Scipion, Pompée, & Jules-Céſar, favorables à ces belles Sciences.

Scipion l'Afriquain employa longtems Polybe à parcourir les Côtes de la Méditerranée

ſage des Commentaires de Céſar. *In primis hoc volunt perſuadere: non interire animas, ſed ab aliis poſt mortem tranſire ad alios, atque hoc maxime ad virtutem excitari putant, metu mortis neglecto. Multa præterea de Sideribus, atque eorum motu, de Mundi ac Terrarum magnitudine, de Rerum naturâ, de Deorum immortalium vi ac poteſtate diſputant, & Juventuti tradunt.* Céſar de Bello Gallico, Lib. VI.

rannée pour lui en dreffer des mémoires exacts. Pompée étoit en commerce de Lettres avec l'Aftronome Poffidonius.

César étoit un des plus favans Géographes de fon fiècle. On le voit paffer dans la Grande-Bretagne avec des Horloges à eau pour avoir une mefure uniforme, & propre à lui faire exactement connoître la différence de la longueur des nuits dans la Bretagne & dans la Gaule. Il trouva les prémières plus courtes vers le Solftice. Au milieu de fes expéditions militaires il accorda toujours quelques momens de referve à l'obfervation du cours des Etoiles, aux différens afpects du Ciel, & à la connoiffance des chofes céleftes. Perfonne n'ignore le foin qu'il prit pour rendre la manière de compter l'année, plus conforme à la jufte durée de la courfe annuelle du Soleil. C'eft pour cette raifon que les années mefurées felon fon calcul, fe nomment années Juliennes.

Obfervations faites par Jules Céfar.

L'Empereur Augufte facilita l'étude des différentes élévations du Soleil, par le moyen de l'Ombre d'un Obélifque de cent onze pieds qu'il fit élever dans le Champ de Mars; & il fit mettre dans un Portique, bâti à cette intention, l'état des longueurs de toutes les Côtes & de tous les Chemins de l'Empire, dreffé fur les mémoires de fon Gendre Agrippa.

Ce que la Phyfique doit à l'Empereur Augufte.

Pline le Naturalifte, dégouté de la Philofophie de l'Ecole, recueillit avec foin tout ce qu'il put apprendre fur les différens fujets qui ont raport à la Phyfique. Tout ce qu'on peut lui reprocher, c'eft d'avoir reçu avec trop de facilité ce qu'on lui apprenoit.

Et à Pline le Naturalifte.

Clau-

L'Almageste de Ptolomée.

Claude Ptolomée, Disciple de l'Ecole d'Alexandrie, se fit une réputation immortelle par son excellent Livre de la grande construction des Planètes & des Etoiles, que nous appellons aussi l'Almageste, d'après la traduction que les Arabes en répandirent par-tout dans le huitième siècle. Il prétendoit que la Terre occupoit le Centre du Monde, & qu'il y avoit autant de Cieux concentriques que de Planètes. C'est une erreur. Mais c'est beaucoup d'avoir trouvé, comme il fit, des Instrumens mathématiques d'un usage sûr, & d'avoir mis les Observateurs en état de rendre une raison vraisemblable des mouvemens du Soleil & de la Lune, de prédire les Eclipses, & de perfectionner la Géographie par des règles certaines.

Invention des Globes & de la Sphère à jour.

On ne sait pas au juste qui est l'inventeur des Globes, qui réprésentent l'un le Ciel, l'autre la Terre, ni celui à qui nous sommes redevables de la Sphère à jour, composée de Cercles propres à exprimer le mouvemens apparens des Corps célestes. Ces inventions très informes dans leurs commencemens se perfectionnèrent peu à peu.

Hipparque, Archimède, Possidonius, Ptolomée.

Hipparque & Archimède de Syracuse, environ 200 ans avant J. C; Possidonius un peu plus de 50 ans avant la même époque, & Ptolomée environ 140 ans après, sont ceux qui ont le plus contribué par le secours de la Géométrie & des observations, à rendre le service des Sphères sûr & fidèle, en le rendant conforme aux aspects du Ciel & aux mouvemens des Astres.

Les Beaux-Arts négli-

Depuis le tems de Pline & de Ptolomée, la Cosmographie & l'étude de la Nature, bien

bien loin de faire de nouveaux progrès, s'affoiblirent peu à peu, & demeurèrent totalement négligés. Les beaux Arts & les Belles-Lettres, l'Eloquence & l'étude de la Nature, reprirent courage par les soins de Charlemagne & de ses Successeurs; mais ils retombèrent ensuite dans un état pire que celui où la barbarie des Goths & des autres Nations du Nord les avoient déja réduits.

gés reprennent courage sous Charlemagne.

Vers le moyen âge un savoir faux, & en un sens pire que l'ignorance, vint ruiner le fruit des meilleurs établissemens. On négligea tout, pour ne s'exercer que sur la Philosophie d'Aristote, dont on mit même à l'écart tout ce qui a raport au Ciel, à la connoissance de notre Globe, à l'Histoire Naturelle, à la Société: on se livra éperdûment à sa Logique & à sa Métaphysique, Sciences pointilleuses, pour lesquelles il ne falloit ni recherches, ni épreuves, ni correspondances, ni livres, ni instrumens, ni calcul, ni embaras.

Des Sciences pointilleuses font négliger la Physique.

Les Savans de ce tems-là parloient de tout, parce qu'ils trouvoient tout dans leur tête. Ils n'avoient du goût que pour les subterfuges, les subtilités, les questions épineuses & les plus inaccessibles. Attachés à leur sens, ils étoient toujours en armes contre les talens d'autrui. C'étoient des hommes féroces, décisifs, persécuteurs, peu traitables; des Discoureurs oisifs, universellement ineptes, hors de la dispute. Ces nouveaux Maîtres honorèrent les Ecoles dont ils se mirent en possession. Ils introduisirent par-tout un savoir sombre & rechigné, qui n'avoit raport à rien de ce qui doit occuper les hommes, & qui ne prêtoit

secours

ſecours à aucun des états de la vie. Leur Philoſophie toute intellectuelle étoit d'autant plus oppoſée à l'avancement de la Phyſique & des découvertes, qu'au-lieu de régler ſes idées ſur l'expérience & ſur l'inſpection perpétuelle de la Nature, elle jugeoit de tout par les idées d'Ariſtote, ou de quelque autre Maître auſſi peu ſûr, quoique plus moderne.

Philoſophie de Roger Bacon.

Tandis qu'on enſeignoit par-tout cette Philoſophie, parut Roger Bacon, Cordelier Anglois, mort à Oxford en 1284. Il connut le prémier la force du Soufre & du Feu environnés de Salpêtre ou de Tartre, ce qui a donné lieu à l'uſage de la Poudre à canon & à la perfection de l'Artillerie. Il a eu des prémiers quelque connoiſſance juſte des effets de la lumière transmiſe au-dela d'un Verre lenticulaire, ou refléchie ſur une ſurface polie, ſoit plane, ſoit concave. Toute ſa Philoſophie conſiſtoit à obſerver la Nature & à la mettre en œuvre, à l'aide des Mathématiques. Il étoit dans le bon chemin, & invitoit tout le monde à le prendre; mais ſes Supérieurs, ſes Maîtres, & ſes Confrères traitèrent de dangereuſes nouveautés ce qu'ils n'avoient point appris eux-mêmes. Il n'y avoit que traitement fâcheux pour quiconque oſoit abandonner Ariſtote. Les Univerſités ont héſité juſques dans le dernier ſiècle à en venir enfin aux connoiſſances fondées ſur l'expérience, & juſtifiées par la pratique.

Invention de la Bouſſole.

On ne ſait à qui l'on doit attribuer l'invention de la Bouſſole. Les Italiens prétendent qu'elle eſt due à Flavio Gioïa, qui en 1302 conſtruiſit à Melphi au Royaume de

de Naples, la prémière Bouſſole qui ait paru. Mais les François ſoutiennent qu'on trouve chez eux dès le douzième ſiècle l'uſage de l'Aiguille aimantée pour régler la Navigation. Les Anglois s'attribuent ſinon le découverte même, au moins l'honneur de l'avoir perfectionnée, par la façon de ſuſpendre la boite où eſt l'Aiguille aimantée. Quelques-uns en font honneur aux Chinois.

C'eſt de l'invention de la Bouſſole, conduite au point où elle arriva au quatorzième ſiècle, qu'on peut dater le renouvellement de la Géographie, du Commerce, de l'Hiſtoire naturelle, & de la véritable Phyſique. Mais ſi la Phyſique a ſi bien ſervi le Commerce, le Commerce à ſon tour a totalement changé la face de la Phyſique & de toutes les Sciences, puiſqu'en apportant dans chaque païs les productions de tous les autres, il a tourné peu à peu les eſprits du bon côté. Les prémiers Phyſiciens que le Commerce a formés ſont les Navigateurs & les Droguiſtes. Les Navigateurs, dont la multitude augmentoit tous les jours, devinrent par néceſſité Mathématiciens & Aſtronomes; & par une ſuite infaillible il ſe forma par-tout des Aſtronomes & des Mathématiciens, qui travailloient principalement pour le ſecours de la Navigation.

Renouvellement de la Phyſique.

Sur la fin du quinzième ſiècle, Purbach, Profeſſeur de Philoſophie à Vienne en Autriche, traduiſit la grande Conſtruction de Claude Ptolomée. Son Diſciple George Muller, ſurnommé Royaumont, compoſa des Ephémérides. Stoefler, autre Allemand, enſeigna très bien à conſtruire l'Aſtrolabe.

Progrès qu'elle fait.

trolabe. Les travaux aſtronomiques de Ticho-Brahé ſont la gloire du Danemarc. En France, Oronce Finé, Lecteur Royal, animé par les gratifications de François I, & ſecondé par les rélations qui commençoient à venir des Indes & du Nouveau Monde, dreſſa des Cartes géographiques, conſtruiſit des Globes d'un plus ample détail, inventa de nouveaux inſtrumens pour aider le travail, tant des Matelots que des Obſervateurs, & forma des Mathématiciens ſans nombre. Appliquant l'Aſtronomie à l'Horlogerie, il oſa le prémier produire une Pendule aſtronomique, que l'on conſerve à Ste. Geneviève, où tout marchoit ſelon les idées de Ptolomée.

Depuis ce tems-là l'étude de la Géographie & des Globes; celle des Vents, des Marées & de la Lune; celle du Ciel & de tous ſes mouvemens; celle du Compas & de tous ſes uſages; celle des Nombres & des Méchaniques, prirent faveur par-tout & trouvèrent des récompenſes.

Les Droguiſtes n'ont pas peu contribué à l'avancement de la Science expérimentale. En mettant en ordre les productions étrangères, ils ont, pour ainſi dire, raproché ſous nos yeux les particularités de toute la Terre habitable. Ces riches collections des ouvrages de la Nature ouvrirent de nouveaux tréſors à la Pharmacie, à la Teinture, à l'Orfévrerie, à la Peinture, à la Chymie, à tous les Arts, à toutes les Sciences.

On ſe laſſa dès-lors des diſputes ſtériles, & des opinions que l'inſpection de la Nature démentoit de jour en jour. Peu à peu on en eſt venu à la ſage pratique de cher-

chercher la vérité, non dans l'autorité d'un Philoſophe, mais dans l'expérience & à l'aide de la main ou des yeux. L'étude des productions de la Nature, ou des uſages qu'on en peut faire, travail qui paſſoit autrefois pour une perte de tems, ou pour une occupation d'Artiſans, eſt aujourdhui la ſeule Philoſophie qui paroiſſe eſtimable.

Les expériences les plus fécondes en beaux effets, celles qui répandent le plus de lumière ſur toutes les parties de la Phyſique, ſont celles que l'on fait à l'aide du Téleſcope, de la Machine Pneumatique, & du Microſcope.

Invention du Téleſcope.

On eſt redevable de l'invention du Téleſcope aux Hollandois. Il n'avoit point d'autre nom, lorsqu'il parut, que celui de Lunette de Hollande. Les enfans d'un Lunetier de Middelbourg, en ſe jouant dans la boutique de leur père, donnèrent lieu à cette découverte. D'autres Ouvriers de la même Ville, l'un nommé Zacharie Janſen, l'autre Jaques Métius, s'en aproprièrent tout l'honneur par la nouvelle forme qu'ils donnèrent à l'inſtrument.

On pretend que ſur l'idée que le ſimple récit en donna à Galilée, Aſtronome du Grand-Duc de Toſcane, il fabriqua de grands Verres, & les mit en œuvre dans de longs tuyaux d'Orgue, avec lesquels il vit un nouveau Ciel, un Soleil tout différent de celui qu'on avoit vu jusqu'alors. Il ne tarda pas à donner au Public des nouvelles des ces Régions étoilées, que la Lunette lui rendoit acceſſibles. Ses découvertes commencèrent à mettre en crédit le Syſtême de Copernic, qui établit le mouvement de la Terre & celui des autres Pla-

 nètes

nètes autour du Soleil, comme autour de leur centre commun, tandis que le Ciel & les Etoiles ſont dans une immobilité parfaite à notre égard.

Les Pères de la Phyſique moderne.

Galilée, Torricelli ſon Diſciple, Paſcal, Boyle, & un petit nombre d'autres, doivent être regardés comme les Pères de la Phyſique moderne. Toutes les Mécaniques, l'Aſtronomie & la Phyſique en général, ont tiré de grands ſecours des tentatives de Galilée ſur le mouvement, & de celles de Torricelli ſur l'air. L'une des plus belles découvertes de Galilée, eſt l'accélération régulière des corps graves dans leur chute. L'expérience qui fait la gloire de Torricelli, eſt l'élévation des liqueurs dans les tuyaux vuides d'air. Le célèbre Paſcal perfectionna les expériences de Torricelli, & donna à ſes conjectures un air de démonſtration.

Invention du Baromètre.

C'eſt ſur ces obſervations miſes en règle qu'on forma le Baromètre. Drebbel, Hollandois, paſſe pour avoir eu au commencement du 17 ſiècle la prémière idée d'un autre Inſtrument, qui pour l'ordinaire ſert de Pendant au Baromètre, & qui ſe nomme Thermomètre, parce qu'il meſure les degrés de la chaleur, comme l'autre meſure les degrés du poids, ou du reſſort de l'air.

La Machine Pneumatique.

Une autre Machine deſtinée à démontrer les reſſorts de l'air, & à nous faire connoître les rapports de cet élément avec tout ce qui reſpire ou végète, c'eſt la Machine Pneumatique, Inſtrument admirable inventé en Allemagne vers le milieu du 17 ſiècle par Othon de Guericke, Conſul de Magdebourg, & perfectionné en Angleterre

terre par le Chevalier Robert Boyle.

L'invention de Microſcope eſt due, à ce qu'on croit, aux Hollandois. Hooke en Angleterre, Salvéti & Malpighi en Italie, Leeuwenhoek en Hollande, & Joblot en France, ſe ſont fort appliqués à perfectionner, tant les Lentilles que la manière de les monter, & nous ont communiqué mille obſervations également curieuſes & importantes.

Le Microſcope.

Quoique Galilée, Torricelli, Paſcal, & Boyle, nous ayent fraié le chemin de la vérité, en nous invitant au travail des expériences, Deſcartes par la hardieſſe & par le bruit que ſa Phyſique a fait dans le monde, eſt peut-être celui de tous les Philoſophes du dernier ſiècle à qui nous avons le plus d'obligation. Juſqu'à lui l'étude de la Nature demeura comme engourdie par l'uſage univerſel où étoient les Ecoles de s'en tenir en tout aux idées d'Ariſtote, & de décider les queſtions par ſon autorité. Toute la Philoſophie n'étoit alors qu'un galimatias d'entités, de formes ſubſtantielles, de qualités attractives, répulſives, rétentrices, concoctrices, expultrices, & autres non moins déplaiſantes ni moins obſcures.

Obligation qu'on a à Deſcartes.

Deſcartes naturellement plein de génie & de pénétration ſentit le vuide & le ridicule de cette Philoſophie. Il avoit pris goût de bonne heure à la méthode des Géomètres, qui d'une vérité inconteſtable ou d'un point accordé, conduiſent l'eſprit à quelque autre vérité inconnue, puis de celle-là à une autre, & à une autre encore, en allant toujours en avant, ce qui avec la conviction procure ſouvent une ſatisfaction parfaite. Il porta cet eſprit de Géomé-

Sa Philoſophie.

trie & d'invention dans la Dioptrique, qui devint entre ſes mains un art tout nouveau; & il lui eſt plus glorieux d'avoir ſurpaſſé en ce genre le travail de tous les ſiècles précédens, qu'il ne l'eſt aux Modernes d'aller plus loin que lui. La Géométrie étoit un Guide qui devoit le conduire ſûrement dans ſa Phyſique. Cependant il abandonna ce Guide, & ſe livra à l'eſprit de Syſtême. Alors ſa Philoſophie ne fut plus qu'un Roman ingénieux. Renfermé tout entier dans des idées intellectuelles, qui n'avoient aucune réalité, il alla avec, beaucoup d'eſprit, de mépriſe en mépriſe. Avec une matière prétendue homogène, miſe & entretenue en mouvement, ſelon deux ou trois règles de Mécanique, il entreprit d'expliquer la formation de l'Univers. Il inventa de nouveaux élémens, fit l'Homme à ſa mode, & pouſſa ſes erreurs métaphyſiques, juſqu'à prétendre que deux & deux ne font quatre, que parce que Dieu l'a voulu ainſi. C'eſt cependant à ce Grand-homme que nous ſommes redevables de ce que nous ſavons de bonne Philoſophie.

Académies établies pour les Sciences & les Arts.

Rien n'a plus contribué au progrès de la Phyſique que ces Compagnies de Savans en tout genre, dont les Actes ſont preſque autant d'expériences annuelles. En 1663 Charles II, Roi d'Angleterre, donna un Logement, des Fonds, des Réglemens, à la Société Royale de Londres. L'Académie Royale des Sciences de Paris fut fondée en 1666 par les bienfaits de Louis XIV. A l'exemple de ces deux Compagnies ſe ſont ſucceſſivement formées les Académies de Florence & de Boulogne, celles de Montpellier & de Bourdeaux, celles de Leipſic & de Berlin, celles de

Péters-

Pétersbourg & de Séville; & il s'en forme tous les jours de nouvelles en divers endroits de l'Europe. Les Membres de ces Compagnies vont de tentatives en tentatives, & ne cessent de nous livrer de nouveaux faits, & des vérités ci-devant peu connues.

Découvertes des Physiciens modernes.

Par-là les Sciences, autrefois indolentes & rêveuses, sont devenues aussi agissantes & aussi étroitement liées à nos besoins, que les Arts & les Mécaniques mêmes. Nous devons à Huyghens la perfection de l'Horlogerie. L'Astronomie est parvenue dans les mains du Grand Cassini à un point de précision où elle n'avoit pas été portée avant lui. Jaques Grégori nous a donné l'idée du Télescope par refléxion. Newton nous a fait connoître les merveilles de la Lumière. Malpighi est le prémier qui ait bien observé les dévelopemens progressifs du Poulet dans l'Oeuf, & des Germes dans les Graines. Morland & Geoffroi sont ceux qui ont le mieux éclairci le raport qui se trouve entre les Poussières des Etamines des Fleurs & des Graines contenues au bas du Pistile. Tournefort, Ray, Mrs. de Jussieu & Linnæus, ont mis en ordre la connoissance des Plantes horriblement confuse auparavant. Lemeri a très bien servi le Public par son Dictionnaire des Drogues. Pajot-d'Onzenbray, Bonnier de la Mosson, le Chevalier Hans-Sloane, par leurs riches collections de curiosités, de productions maritimes & terrestres, de matières minérales, d'instrumens & de machines de toutes espèces, ont noblement aidé & animé l'Histoire Naturelle, les Mécaniques & tous les Arts.

L'étude de la Physique nécessaire à la jeunesse.

D. La Physique est-elle nécessaire aux Enfans, & l'étude de cette Science doit-elle entrer dans le plan de leur éducation?

R. Comme cette Science ne demande, pour ainsi dire, que des yeux & de la curiosité, elle est à leur portée, & ce seroit négliger l'une des parties essentielles de leur éducation, que de ne la leur pas faire apprendre. L'étude de la Nature n'a rien de pénible, elle n'ennuie point, elle n'offre au contraire que du plaisir & de l'agrément. Les enfans interrogent, ils veulent donc savoir; s'ils veulent savoir, pourquoi ne pas profiter de cette heureuse disposition pour leur apprendre mille choses qui peuvent leur tenir lieu de récréation? Il n'est question, pour leur faire faire du progrès dans cette Science, que de se proportionner à leur foiblesse, en ne leur proposant rien qui ne soit à leur portée, soit pour les faits, soit pour les réfléxions qu'on y joint. Un Jardin, une Campagne, une Fleur, un Fruit, un Oiseau, un Poisson, un Insecte, l'Eau, le Feu, l'Air, la Glace, la Neige, la Grèle, la Pluie, les Nuées, le Tonnère, les Eclairs, l'Arc-en-Ciel, les Etoiles, les Planètes, un Tableau, une Montre, un Moulin, un Vaisseau, une Pompe pneumatique, un Télescope, un Microscope; tout cela est un Livre ouvert pour les Enfans, il ne faut que le leur expliquer & leur en faire voir les beautés.

CHA-

CHAPITRE II.

Des Mathématiques.

D. QUelles sont les Sciences auxquelles on donne le nom de Mathématiques ? Ce que c'est que les Mathématiques.

R. Ce sont celles qui traitent des nombres, de l'étendue ou des grandeurs, dont elles considèrent les raports & les proprietés.

D. Quelles en sont les parties? Leurs parties.

R. Les principales parties des Mathématiques, celles qui sont les plus utiles, sont l'Aritmétique, l'Algèbre, la Géométrie, la Mécanique, l'Optique, l'Acoustique, l'Astronomie & la Géographie (*a*).

D. Qu'est-ce qu'on nomme Méthode mathématique? Méthode mathematique.

R. Cette Méthode est l'ordre que suivent les Mathématiciens, en traitant des Sciences qui font partie des Mathématiques. On commence par les Définitions, on continue par les Axiomes, d'où l'on forme des Théorêmes, puis des Problêmes, qui produisent des Corollaires, & l'on y lie des Remarques ou Scholies (*b*), selon que les uns ou les autres en ont besoin.

La

(*a*) Nous traiterons de toutes ces Sciences dans des Chapitres particuliers.

(*b*) On donnera la définition de tous ces termes dans le Chapitre de la Géométrie.

La Méthode qu'on suit dans les Mathématiques pour tirer les conséquences des principes, ne diffère pas de celle qu'on propose dans les Traités de Logique, où l'on parle du Syllogisme: car les démonstrations des Mathématiciens ne sont autre chose qu'un assemblage d'Enthymêmes; de façon qu'on y conclut tout par la force des Syllogismes, excepté qu'on omet souvent les Prémisses, qui se présentent d'elles-mêmes à l'esprit, ou que l'on rapelle dans la mémoire à l'aide des citations. Deux Auteurs ont démontré par des Syllogismes en forme, les six prémiers Elémens d'Euclide, & un autre toute l'Aritmétique.

Avantages des Mathématiques.

D. Quel avantage retire-t-on des Mathématiques?

R. C'est l'étude la plus propre à former le jugement, & à donner de l'ouverture & une certaine force à l'esprit.

CHAPITRE III.

De l'Aritmétique.

Ce que c'est que l'Aritmétique.

D. QU'est-ce que l'Aritmétique?

R. C'est la Science des Nombres, ou l'Art de compter, c'est-à-dire, l'Art de trouver certains Nombres tirés de quelques-uns déja posés & connus, avec lesquels ils ont un certain raport.

Définition du Nombre.

D. Qu'appellez-vous Nombre?

R. Euclide a défini le Nombre, une multitude d'Unités. D'autres définissent le Nombre, un assemblage d'Unités de même espèce

ce & de même nature. Si, par exemple, à un denier vous ajoutez un autre denier, vous aurez deux deniers; si à ces deux deniers vous en ajoutez encore un, vous en aurez trois; ainsi 2, 3, 4, &c. sont des Nombres. Tout Nombre suppose donc plusieurs unités. On appelle Nombres de même espèce ceux qui sont composés de mêmes unités. Les Ecus, par exemple, se doivent ajouter avec des Ecus; les aunes avec des aunes, & ainsi des autres espèces. Quand on dit 6, toutes les unités de ce Nombre sont censées de même espèce, comme 6 Lièvres, 4 Palais, &c.

Quelques-uns prétendent que la définition d'Euclide ne vaut rien, parce qu'il suit de cette définition que l'Unité n'est pas Nombre, & que par conséquent on se contrarie lorsqu'on dit le Nombre *Un*, ce qu'on fait cependant sans scrupule. Ils aiment mieux donner du Nombre cette définition: „ Le Nombre est le raport pré-
„ cis & déterminé d'une quantité quelcon-
„ que avec une autre quantité de même
„ genre, prise pour Unité.

Nombres complèxes & incomplèxes.

D. Qu'appellez-vous nombres simples ou incomplèxes, & Nombres complèxes?

R. Quand les Nombres n'on point de dénomination particulière, on les appelle Nombres simples & incomplèxes, mais lorsqu'ils marquent quelques grandeurs déterminées, qui peuvent se diviser en plusieurs parties, ou sous-espèces plus petites, on nomme ces quantités, Nombres complèxes. La livre de monnoie, par exemple, se didivise en 20 parties qu'on appelle sous, le sou en 12 parties qu'on appelle deniers. Ces nombres sont dits complèxes, parce

 qu'ils

qu'ils ont une détermination particulière, & que deux-mêmes ils ne signifient pas plutôt la qualité d'une chose que d'une autre.

Combien l'Aritmétique a d'opérations.

D. Combien y a-t-il d'opérations à l'aide desquelles on puisse faire une supputation exacte ?

R. Il y en a quatre, qui sont l'Addition, la Soustraction, la Multiplication, & la Division.

L'Addition.

D. Qu'est-ce que l'Addition ?

R. C'est une opération par laquelle on assemble plusieurs Nombres ou quantités, pour en faire une somme totale, qui exprime la valeur des nombres ou quantités proposées.

Le Nombre trouvé ou le résultat de cette opération s'appelle *Somme* ou *Total.* Les Nombres dont on a composé la Somme, se nomment *Sommandes*, ou *Nombres à réduire.*

Pour faire l'Addition, rangez toutes les quantités ou nombres proposés de manière que les unités soient sous les unités, les dixaines sous les dixaines, les centaines sous les centaines, les milliers sous les milliers, & ainsi des autres. Tirez une ligne sous ces Nombres, afin déviter la confusion.

On demande, par exemple, quelle est la Somme ou le Total des Nombres suivans.

45538	Fantassins.
3352	Carabiniers.
6341	Cavaliers.
867	Dragons.
95	Officiers Généraux.
Total 56193.	

Pour

Pour trouver cette Somme de 56193 Hommes, commencez par la prémière colonne à droite, & dites: 5 & 7 font 12, & 1 font 13, & 2 font 15, & 8 font 23, laquelle somme de 23 contient deux dixaines & trois unités. Ecrivez donc 3 sous la ligne des unités, & retenez deux dixaines, que vous joindrez à la colonne des dixaines qui suit, & dites: 9 & 6 font 15, & 4 font 19, & 5 font 24, & 3 font 27, & 2 que vous avez retenus des unités font 29, c'est-à-dire, 29 dixaines. Vous poserez donc 9 sous la colonne des dixaines, & vous retiendrez 2 centaines que vous ajouterez à la colonne des centaines, en disant 8 & 3 font 11, & 3 font 14, & 5 font 19, & 2 que vous avez retenus font 21. Ecrivez donc 1 sous les centaines, & retenez 2 mille, que vous transportez à la colonne des mille, & dites: 6 & 3 font 9, & 5 font 14, & 2 que vous avez retenus font 16. Ecrivez donc 6 au-dessous de la colonne des mille, & retenez une dixaine de mille, que vous comptez avec la colonne suivante, & dites: 4 & 1 que j'ai retenus font 5, que vous marquez au-dessous de la colonne que vous venez d'additionner.

Le résultat de cette opération, ou le Total des nombres précédens est de 56193 Hommes.

Lorsque la Somme des rangs exprime un nombre juste de dixaines, on doit poser le o au dessous de la colonne, & retenir le nombre des dixaines pour l'ajouter au rang suivant, qui est vers la gauche. Exemple.

	435
	342
	523
Somme	1300.

Je dis donc : 3 & 2 font 5, & 5 font 10. Je pose sous la colonne des unités 0, & je retiens 1, qui ajouté à 2 font 3, & 4 font 7, & 3 font 10. Je pose 0, & je retiens 1, que je joins à la colonne suivante; 5 & 1 que j'ai retenu font 6, & 3 font 9, & 4 font 13. Je pose 3 & retiens 1, que je mets devant 3, parce qu'il n'y a plus de colonne à laquelle je puisse l'ajouter.

Le meilleur moyen pour savoir si l'on ne s'est point trompé dans l'opération, c'est de refaire l'Addition de bas en haut, si on l'a commencé de haut en bas. Il y a d'autres manières de faire ce qu'on nomme *la Preuve*, mais celle-ci est la plus simple & la moins embarassante.

La Soustraction.

D. Qu'est-ce que la Soustraction?

R. C'est une opération par laquelle on retranche un petit nombre d'un plus grand, comme si de 9 je retranche 5, il reste 4.

Le résultat de cette opération s'appelle *Reste*, *Excès*, ou *Différence*.

Il faut écrire le plus petit nombre sous le plus grand, en mettant les unités sous les unités, les dixaines sous les dixaines, &c. Exemple.

Si de 5664 livres je veux soustraire 3453 livres, j'opérerai de la manière suivante.

5664
3453

Reste 2211.

De 4 otez 3, reſte 1 que je mets ſous les unités : je paſſe aux dixaines ; de 6 otez 5, reſte 1 que je poſe ſous les dixaines, & ainſi de ſuite.

Lorsque le chifre qu'on veut ôter eſt plus grand que celui duquel on veut le ſouſtraire, comme 6 de 4, il faut emprunter du chifre voiſin à gauche une unité qui vaudra une dixaine, laquelle jointe à 4 fera 14, d'où on pourra facilement ôter 6. Exemple.

Si de 4542 écus j'en ôte 2350, combien en reſtera-t-il ?

4542
2351

Reſte 2191.

Pour faire cette opération, je dis : 1 ôté de 2 reſte 1, que j'écris deſſous la ligne. Je continue au chiffre ſuivant : 5 ôtés de 4, cela ne ſe peut, j'emprunte une dixaine du chifre précédent à gauche, je joins cette dixaine à 4, qui pour lors vaut 14, dont ôtant 5, reſte 9, que je poſe deſſous la ligne. Je paſſe au chiffre ſuivant 5, duquel ayant emprunté 1, il ne vaut plus que 4. Je dis donc, 3 ôtés de 4 reſte 1, que j'écris deſſous, & ainſi de ſuite.

Quand on trouve des zéros, il faut em-

prunter une dixaine du prémier chiffre positif à gauche. Exemple.

	45030
	32621
Reste	12409.

Voici comme il faut opérer. De 0 ôtez 1, cela ne se peut, j'emprunte donc du 3 une unité qui vaut 10: si de 10 j'ôte 1, reste 9: ensuite de 2 ôtez 2, il ne reste rien, je mets donc 0, qui exprime une nullité; & comme le chiffre suivant est un 0, j'opère comme au prémier, en empruntant du chiffre voisin à gauche.

Quand on trouve plusieurs zéros de suite, on n'emprunte pas du chiffre positif autant d'unités qu'il y a de zéros; on se contente d'en prendre une, mais tous les zéros, excepté le prémier à droite: ne valent que 9, comme dans l'exemple suivant.

	30002
	12851
Reste	17151.

Pour faire la preuve, il suffit d'ajouter le nombre trouvé à celui qu'on a ôté de l'autre.

La Multiplication.

D. Qu'est-ce que la Multiplication?

R. C'est une Addition réïtérée d'un même nombre autant de fois que le Multiplicateur contient d'Unités.

On distingue 3 nombres dans la Multiplication,

plication, ſavoir: 1. le *Multiplicande*, ou le nombre à multiplier, lequel eſt le plus grand des deux nombres propoſés, & celui qu'on poſe ordinairement le prémier. 2. Le *Multiplicateur*, ou celui qui multiplie, que l'on poſe deſſous le prémier, en obſervant l'ordre de l'Addition. 3. Le *Produit*, ou le nombre à trouver, qui eſt le reſultat de la Multiplication.

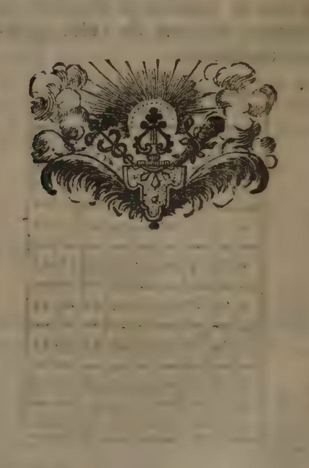
Quand on doit faire une Multiplication ou une Diviſion, il faut ſavoir par cœur, ou du moins avoir devant les yeux, la *Table* du produit des nombres ſimples, ou des 9 prémiers chiffres multipliés par eux-mêmes; car lorſqu'on n'y eſt pas bien exercé, ces opérations en deviennent plus longues & plus difficiles. Quelques-uns appellent cette Table le *Livret*, & d'autres le *Quarré de Pithagore*, du nom de celui qu'on croit en être l'inventeur.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
2	4	6	8	10	12	14	16	18
3	6	9	12	15	18	21	24	27
4	8	12	16	20	24	28	32	36
5	10	15	20	25	30	35	40	45
6	12	18	24	30	36	42	48	54
7	14	21	28	35	42	49	56	63
8	16	24	32	40	48	56	64	72
9	18	27	36	45	54	63	72	81

Table appellée le *Quarré de Pithagore*, ou le *Livret* pour la Multiplication.

Cette Table doit être faite de manière, que

que les 9 prémiers chiffres ſoient contenus dans chaque petit Quarré de la prémière tranche horizontale du haut, & dans les petits Quarrés de la prémière tranche perpendiculaire à gauche. On ajoute 2 à 2 qui font 4, & l'on place ce 4 ſous le 2 de la tranche horizontale, à la ſuite du 2 de la tranche perpendiculaire. A ce 4, ſi l'on ajoute 2, on a 6, qu'on place de ſuite, &c. En ſuivant la même méthode, on place les autres chiffres dans les Quarrés où ils doivent être, comme dans la troiſième tranche, 3 ajoutés à 3, on a 6, qu'on met à la ſuite de 3 ſous le 4 de la ſeconde tranche horizontale, & les autres ainſi de ſuite.



Voici

Voici une autre *Table* un peu différente de la précédente, qu'on nomme aussi le *Livret*, & au bas de laquelle on a ajouté la multiplication des nombres par 12, dont l'utilité est très grande dans les opérations aritmétiques.

Autre Table ou Livret.

2 fois 2 font 4	6 fois 6 font 36
2 fois 3 font 6	6 fois 7 font 42
2 fois 4 font 8	6 fois 8 font 48
2 fois 5 font 10	6 fois 9 font 54
2 fois 6 font 12	6 fois 10 font 60
2 fois 7 font 14	
2 fois 8 font 16	7 fois 7 font 49
2 fois 9 font 18	7 fois 8 font 56
2 fois 10 font 20	7 fois 9 font 63
3 fois 3 font 9	7 fois 10 font 70
3 fois 4 font 12	
3 fois 5 font 15	8 fois 8 font 64
3 fois 6 font 18	8 fois 9 font 72
3 fois 7 font 21	8 fois 10 font 80
3 fois 8 font 24	
3 fois 9 font 27	9 fois 9 font 81
3 fois 10 font 30	9 fois 10 font 90
4 fois 4 font 16	
4 fois 5 font 20	10 fois 10 font 100
4 fois 6 font 24	
4 fois 7 font 28	2 fois 12 font 24
4 fois 8 font 32	3 fois 12 font 36
4 fois 9 font 36	4 fois 12 font 48
4 fois 10 font 40	5 fois 12 font 60
	6 fois 12 font 72
5 fois 5 font 25	7 fois 12 font 84
5 fois 6 font 30	8 fois 12 font 96
5 fois 7 font 35	9 fois 12 font 108
5 fois 8 font 40	10 fois 12 font 120
5 fois 9 font 45	11 fois 12 font 132
5 fois 10 font 50	12 fois 12 font 144.

Lors

Lors donc que vous voulez faire l'opération de la Multiplication, jettez les yeux ſur l'une des deux *Tables* ci-deſſus, ſi vous ne les ſavez déja par cœur; multipliez tous les chiffres du *Multiplicande* par chaque chiffre du *Multiplicateur*, en retenant les dixaines de chaque Produit, pour les ajouter au Produit du chiffre voiſin à gauche, & en reculant d'un rang vers la gauche le reſte de chaque chiffre du Multiplicateur, afin que les dixaines ſe trouvent ſous les dixaines, les centaines ſous les centaines, &c. Ajoutez enſuite tous ces Produits particuliers, & leur ſomme ſera le Produit cherché. Si, par exemple, vous avez à multiplier

	38476	
par	35	
	192380	*Prémier Produit.*
	115428	*Second Produit.*
	1346660	*Produit cherché.*

Dites, 5 fois 6 font 30, mettez 0 & retenez 3; dites enſuite, 5 fois 7 font 35, & 3 que vous avez retenus font 38: poſez 8 en droite ligne à la gauche de 0, & retenez 3: puis, 5 fois 4 font 20, & 3 retenus font 23; mettez 3 devant 8; continuez ainſi juſqu'au dernier chiffre, & vous aurez le prémier Produit. Vous paſſerez au ſecond chiffre 3 du Multiplicateur, en diſant, 3 fois 6 font 18, vous poſerez 8, mais en le reculant ſous la colonne des dixaines, parce que le Multiplicateur 3 eſt au rang des dixaines, continuez à multi-

plier tous les autres chiffres du Multiplicande par ce 3 Multiplicateur, & la somme des deux Produits vous donnera celui que vous cherchez.

Quand il se trouve des zéros dans les nombres donnés, on multiplie les chiffres positifs les uns par les autres, & l'on ajoute tous les zéros du Multiplicande & du Multiplicateur à la fin du Produit.

La Preuve de la Multiplication se fait par la Division; car si l'on divise le Produit total par un des deux nombres donnés, l'autre nombre naîtra de cette division?

D. Qu'est-ce que la Division? La Division.

R. C'est une opération par laquelle on cherche un nombre qui indique combien de fois un tel nombre est contenu dans tel autre donné. Si l'on cherche, par exemple, combien de fois 3 est renfermé dans 15, on trouve 5 fois. Ce nombre 5 que l'on cherchoit, se nomme *Quotient* ou *Exposant*. Le prémier des deux autres nombres 3 & 15, s'appelle *Diviseur*; le second 15, se nomme *Dividende.*

Diviser n'est donc autre chose que soustraire plusieurs fois un même nombre d'un autre plus grand de même espèce; & le nombre qu'on nomme *Diviseur* est renfermé autant de fois dans le *Dividende*, qu'il y a d'unités dans le *Quotient.*

Pour faire cette opération, si le Diviseur n'a qu'un seul caractère, placez ce Diviseur à gauche sur le prémier caractère du Dividende: si le caractère est moindre que celui du Diviseur, placez ce dernier sur le suivant du Dividende. Faites ensuite un petit arc à côté pour placer le Quotient;

puis cherchez combien de fois le Diviseur est contenu dans le prémier chiffre du Dividende, si celui-ci est plus grand, ou dans les deux prémiers, si le Diviseur a été placé sur le second ; & vous marquerez ce nombre de fois au Quotient. Multipliez ce Quotient par le Diviseur, & ôtez le Produit du chiffre, ou des chiffres divisés du Dividende; &, s'il y a quelque reste, vous l'écrivez au-dessous. Abaissez à la droite de ce reste le caractère suivant du Dividende, & cherchez de nouveau combien de fois le Diviseur y est contenu, & écrivez-le à la suite du chiffre du Quotient. Si dans la prémière Division il ne s'étoit point trouvé de reste, il suffiroit pour la seconde d'avancer le Diviseur sur le caractère suivant du Dividende, & puis on opère comme devant. Si vous continuez cette méthode pour tous les chiffres du Dividende, vous aurez le Quotient.

Prenons pour exemple le nombre 7854 à diviser par 3.

Diviseur	3 3	
Dividende	7854	(2618: *Quotient*.
	18	
	24	

Dites, 3 est contenu 2 fois dans 7, mettez 2 au Quotient. Multipliez ensuite 2 par 3, & vous avez 6, qui otés de 7, il reste 1 que vous mettez au-dessous du Dividende. Abaissez le second caractère du Dividende 8 à la droite du reste 1, ce qui fait 18. Cherchez de nouveau combien de fois 3 est contenu dans 18, vous trouvez 6, posez donc 6 au Quotient à la suite de 2 : mul-

multipliez 6 par 3, le Produit eſt 18, qui ôtés de 18, il ne reſte rien. Avancez donc le Diviſeur ſur le troiſième caractère du Dividende 5, & dites, en 5 combien de fois 3, vous trouvez 1 fois, poſez 1 au Quotient, & après avoir multiplié 1 par 3, le Produit eſt 3, qui ſouſtrait de 5, il reſte 2, que vous placez au-deſſous de 5, & à côté duquel vous abaiſſez le caractère ſuivant du Dividende, ce qui fait 24, dans lequel nombre 3 eſt contenu 8 fois: vous mettez donc 8 au Quotient, & après avoir multiplié 8 par 3, le Produit eſt 24, qui retranché de 24, il ne reſte rien; &, comme il n'y a plus de chiffre à diviſer, tout le Quotient eſt trouvé.

Puiſqu'on cherche dans cette opération combien de fois le Diviſeur eſt contenu dans les mille, les centaines, les dixaines, &c., il eſt évident que le tout étant égal à toutes ſes parties priſes enſemble, le Quotient marquera cette quantité de fois.

Machines aritméti-ques.

D. Ne peut on faire les opérations aritmétiques que par le ſecours des chiffres?

R. On a inventé diverſes Machines qui ſervent au même uſage; je vais les indiquer en faveur de ceux qui ſeront curieux de ſavoir ce que c'eſt.

De Paſcal.

Le fameux Paſcal a inventé une Machine aritmétique, dont Mr. Gallon a publié la deſcription dans le Recueil des Machines & Inventions approuvées par l'Académie Royale des Sciences de Paris (*a*).

De Mr. Leſpine.

On trouve dans le même Recueil (*b*) la deſ-

(*a*) Dans le Tome IV, pag. 137 de ce Recueil.
(*b*) Ibid. pag. 131.

description d'une Machine aritmétique de Mr. Lespine.

De Mr. Hellerin de Boistissandeau.

Mr. Hellerin de Boistissandeau a inventé trois autres Machines qui servent au même usage, & dont la description se trouve dans l'Ouvrage qui vient d'être cité (*a*).

Du Chevalier Morland.

Le Chevalier Samuel Morland a entrepris de faire les opérations aritmétiques sur une Machine avec des Roües. Dans cette vue, il inventa deux Machines différentes, l'une pour l'Addition & la Soustraction, l'autre pour la Multiplication (*b*). Il ne donna que la figure extérieure des Machines, avec la Description de la manière de s'en servir. Ces Machines sont indépendantes l'une de l'autre; la seconde, qui est pour la Multiplication, n'est qu'une application des Os Neippériens sur des Disques plats & mobiles.

De Mr. Leibnitz.

Mr. Leibnitz donna en 1709 (*c*), la figure de la Machine qu'il avoit inventée, mais il n'en représenta que l'extérieur.

De Mr. Poléni.

Mr. Poléni publia aussi la sienne en 1709 (*d*), & il en développa tout l'intérieur.

De Mr. Leupold.

En 1727 on fit paroître la Machine de Mr. Leupold avec celles de Mrs. Leibnitz & Poléni (*e*).

De Mr. Gersten.

Mr. Chrétien-Louis Gersten, de la Société Royale de Londres & Professeur de Mathématique dans l'Université de Giesse, a

(*a*) Ibid. Tome V, pag. 103, 117, 121.
(*b*) Il publia ces Machines à Londres en 1673.
(*c*) Dans les *Miscellanea Berolinensia.*
(*d*) Ibidem.
(*e*) Dans le *Theatrum aritmetico-geometricum*, imprimé à Leipsic en 1727.

a donné le dessein & la description d'une Machine aritmétique dont il est l'inventeur, & qu'il dit être claire, facile & exacte (*a*). Cette Machine est toute différente de celles qui avoient paru auparavant.

Du Docteur Saunderson, devenu aveugle à un an.

Le Docteur Saunderson, tout aveugle qu'il étoit, avoit inventé pour son usage, une *Aritmétique sans chiffres & palpable*, qui n'est autre chose qu'une Planchette, ou Table à calculer, avec laquelle il pouvoit faire aisément toutes les opérations de l'Aritmétique par le seul sens du toucher (*b*).

(*a*) On trouve la description & la figure de cette Machine dans les *Transactions Philosophiques* de l'Année 1735, Mois de Juillet, Aout & Septembre.

(*b*) Voyez la description & la figure de cette Planchette dans le Tome I, pag. 71 du *Cours de Mathématique* de Mr. Chrétien Wolf. Le Docteur Saunderson, originaire de la Province d'York, perdit entierement la vue par la petite verole, à l'âge d'un an. Malgré cet accident il fit des progrès si étonnans dans les Mathématiques, qu'on le trouva digne d'occuper la Chaire de Professeur de Mathématiques dans l'Université de Cambridge. Il a composé en Anglois des Elémens d'Algèbre en 2 Vol. *in*-4, imprimés en 1741, quelques années après sa mort, aux dépens de l'Université.



CHA-

CHAPITRE IV.

De l'Algèbre.

Ce que c'est que l'Algèbre.

D. QU'est-ce que l'Algèbre ?

R. Cette Science, dont le seul nom effraie la plupart des gens du monde, qui la regardent comme une espèce de Magie, n'est autre chose qu'une espèce d'Aritméti-que, qui dans les calculs emploie des lettres de l'Alphabet & quelques autres signes, au-lieu de chiffres, pour faire les mêmes opérations que l'Aritmétique, & beaucoup d'autres que celle-ci ne sauroit faire.

Avantages de l'Algèbre sur l'Aritmétique.

D. Quels avantages l'Algèbre a-t-elle sur l'Aritmétique?

R. Par le moyen des signes le calcul est plus simple, on n'est pas obligé de faire des réductions comme dans l'Aritmétique: du résultat de chaque opération on voit toutes les grandeurs, qui l'ont formée, elle en désigne même la nature; au-lieu que dans l'Aritmétique tout disparoit à chaque opération. Descartes a répandu de grandes lumières sur cette Science, en la rendant plus facile & plus parfaite. On opère dans l'Algèbre sur les grandeurs inconnues, comme sur les connues.

On représente les quantités connues par les prémières lettres de l'Alphabet, a, b, c, d, &c. & on marque les quantités inconnues par ces dernières, x, y, z.

Quantité algébrique incomplète

Une quantité algébrique est dite *incomplète*, lorsqu'elle est seule, a; acd: lorsqu'elle

le est composée de plusieurs quantités jointes ensemble, on l'appelle *complèxe*, $a + b - d$, $aab - cdd$.

xe, & complèxe.

Les parties d'une quantité complèxe s'appellent *Termes*: les positifs ont le signe *plus* $+$, ou *point du tout*; & les négatifs, le signe *moins* $-$. Ce signe $=$ signifie égal.

Différentes sortes de grandeurs.

Toute grandeur qui n'est précédée d'aucun signe, est censée positive, a ou $+ a$, c'est la même chose, & l'on appelle grandeurs semblables a & a, de même b & b; & grandeurs différentes a & b, ou c & d.

Coefficient.

Un chiffre qui précède un Terme quelconque, s'appelle le *Coefficient* de ce Terme. Lorsque la même lettre se trouve repetée plusieurs fois, on ne la marque qu'une seule fois, mais on met devant un chiffre, qui signifie combien de fois elle est ajoutée à elle-même, $3b$ signifie que b est ajouté 3 fois à lui-même; $3abc$ signifie que le terme abc est multiplié par 3. Un terme sans Coefficient a l'Unité pour Coefficient.

Pour ajouter une grandeur qui a le signe $+$ *plus*, à la même qui a le signe $-$ *moins*, on les efface toutes deux; car *plus* & *moins* une même grandeur, ce n'est rien.

Quand des Termes semblables précédés de signes contraires, ont des Coefficiens égaux, on efface ces Termes, $aa + 2ab - 2ab = aa$.

Signe de l'Addition algébrique, & comment elle se fait.

D. Quel est le signe de l'Addition, & comment se fait l'Addition des quantités algébriques?

R. Le signe de l'Addition est $+$, & s'exprime par *plus*. Lors, par exemple, que je veux représenter la somme des deux quantités exprimée par a & b, j'écris $a + b$, c'est-

c'eſt-à-dire que b eſt ajouté à a, & je dis *a plus b*, deſorte que ſi la valeur de a eſt 6, & celle de b 4, cette expreſſion $a + b$, ou $6 + 4$ ſignifie 10. On fait l'Addition des quantités algébriques en les écrivant avec leurs ſignes, & faiſant les réductions, de la manière ſuivante.

$$\begin{array}{r} ab + c \\ b - c \\ \hline \text{Total } ab - b. \end{array}$$

Signe de la Souſtraction algébrique, & comment elle ſe fait.

D. Quel eſt le ſigne de la Souſtraction, & comment ſe fait-elle ?

R. Ce ſigne eſt —, & s'exprime par *moins*. Ainſi pour marquer la différence de 8 & 5, on écrit de cette manière, $8 - 5$; c'eſt-à-dire, $3 = 8 - 5$. De même, $a - b$ marque que l'on conçoit que de a on a retranché b, & que par conſéquent a eſt plus grand que b. Je dis donc alors *a moins b*. Si, par exemple, la valeur de a eſt 5, & celle de b 4, cette expreſſion $a - b$, ou $5 - 4$ ſignifie 1, parce que 4 ôtés de 5, il reſte 1. De même $a > b$ ſignifie que a eſt plus grand que b, & $a < b$ veut dire que a eſt plus petit.

Pour faire la Souſtraction on écrit à la ſuite de la quantité donnée, celle qu'on ſouſtrait en changeant ſon ſigne. Exemple.

$$\begin{array}{r} a + c \\ b - c \\ \hline \end{array}$$

$$\textit{Reſte } a + c - b + c = a - b + 2c.$$

En retranchant b entier, on retranche trop; car c'eſt $b - c$ qu'il falloit retrancher, il faut donc ajouter à la différence ce qui eſt ôté de trop.

D. De

D. De quels ſignes ſe ſert-on pour la Multiplication, & comment ſe fait-elle?

Signe de la Multiplication algébrique, & comment elle ſe fait.

R. On ſe ſert communément de ce ſigne + pour marquer que deux chiffres ſont multipliés l'un par l'autre. Ainſi 4 + 5 ſignifie que 4 eſt multiplié par 5; mais pour indiquer ſimplement une Multiplication à faire, on ſe ſert quelquefois d'un point ſeul, comme (3. 4.), ce qui déſigne le Produit de 3 multiplié par 4.

Cet autre ſigne = marque, comme on l'a dit, l'égalité qui ſe trouve entre deux quantités. Ainſi 4 + 5 = 9, veut dire que 4 *plus* 5 eſt égal à 9.

Quand on veut multiplier *a* par *b*, on écrit le Produit ainſi, *a b*, ou *a. b*, ou *a* + *b*.

Veut-on indiquer la Multiplication de pluſieurs quantités ou grandeurs enſemble par une autre, on renferme en parenthèſe toutes les grandeurs qui doivent ſervir de Multiplicande, & l'on met après la parenthèſe, avec ou ſans ſigne, ou une virgule entre-deux, celle qui doit ſervir de Multiplicateur. Exemple.

Ecrivez le Produit de *a* + *b* — *c* par *d*, ou [*a* + *b* — *c*] *d*, ou *d* [*a* + *b* — *c*], ou de cette manière *a* + *b* — *c*, *d*. Ordinairement on l'écrit ainſi, *a* + *b* — *c* + *d*, ou bien *d* + *a* + *b* — *c*.

La Multiplication des quantités incomplèxes ſe fait en les joignant ſans mettre de ſignes entre-deux: le Produit eſt poſitif ſi toutes deux ſont poſitives; il eſt négatif ſi l'une eſt poſitive & l'autre négative.

$$a + b = ab \text{ produit}$$
$$a + -b = -ab.$$

Quand les Termes donnés ont des Coefficiens, il les faut multiplier à l'ordinaire; & leur Produit sera le Coefficient du Produit des lettres.

$$5a + 3b = 15ab.$$

Un Terme produit par la Multiplication de la même lettre se réduit à une plus simple expression.

$$-aaabbbb \text{ se réduit } -\overset{3}{a}\overset{4}{b}.$$

Ce chiffre qu'on met dessus s'appelle *Exposant*, & signifie combien de fois la lettre qui est au-dessous est multipliée. Ainsi au lieu de $a3 + a4$, écrivez $a7$

La Multiplication des Termes complexes se fait comme dans l'Aritmétique, en faisant des Produits partiaux de chaque Terme.

$$\begin{array}{l} a + 3c - d \\ +2a - d \\ \hline 2aa + 6ac - 2ad \\ -ad - 3cd + dd \\ \hline \end{array}$$

Produit $2aa + 6ac - 3ad - 3cd + dd$.

Signe de la Division algébrique, & comment elle se fait.

D. Quel est le signe de la Division?

R. Ce signe se marque par deux points (:), ou par une ligne tirée entre les grandeurs qu'on doit diviser, & celles qui doivent servir de Diviseur. Quand on doit diviser a par b, on écrit pour le Quotient, ou $a : b$, ou $\frac{a}{b}$; l'un & l'autre veut dire que a est divisé par b. Quand on divise plusieurs grandeurs par une seule, ou une seule par plusieurs, on renferme toutes ces grandeurs ou

ou quantités entre deux crochets comme dans la Multiplication, ou l'on met ſeulement une virgule. Exemple.

Si j'ai à diviſer $a + b$ par c, je marquerai le Quotient par $[a + b] : c$, ou par $a + b : c$. Lorſque je veux diviſer a par $b + c$, je le marquerai ainſi, $a : (b + c)$, ou $a : \overline{b + c}$. Si $a + b$ par $c + d$, j'écrirai $(a + b) : c + d$, ou $\overline{a + b} : c + d$. Et plus communément de cette manière $\frac{a + b}{c}$, $\frac{a}{b + c}$, $\frac{a + b}{c + d}$, ou bien encore $\overline{a + b} : c$, ou $a : \overline{b + c}$, $\overline{a + b} : c + d$.

Quelques Auteur emploient le ſigne ∝ ou ∝ au-lieu du ſigne $=$ pour marquer deux grandeurs égales; mais ce dernier ſigne eſt le plus en uſage.

Grandeurs complèxes & incomplèxes.

On appelle *grandeur complèxe* celle qui eſt jointe à pluſieurs autres par le ſigne $+$ ou le ſigne $-$. Par exemple, $a + b$, ou $c - d + f$, ſont dites *grandeurs complèxes.* La *grandeur incomplèxe* eſt celle qui n'eſt liée avec aucune autre par les ſignes $+$ ou $-$. Ainſi a, de même que ab ſont des *grandeurs incomplèxes.*

Grandeurs poſitives & négatives.

On nomme *grandeurs poſitives* celles qui ſont précédées du ſigne $+$, comme $+ a$, $+ b$. On appelle *grandeurs négatives* celles qui ſont précédées du ſigne $-$, comme a, $- b$. Cette dénomination n'empêche pas qu'elles ne ſoient auſſi réelles que les poſitives. $- a$, & $+ a$ ſont deux grandeurs égales, mais dans un ſens oppoſé, ce qui rend cette diſtinction réelle & non pas arbitraire. Lorſque deux grandeurs ſemblables ſe rencontrent enſemble, & que l'une

eſt poſitive & l'autre négative, elles ſe détruiſent mutuellement, & cette oppoſition la rend égale à zéro, c'eſt-pourquoi $+a - a = 0$.

Puiſſances d'une grandeur. *D.* Qu'appelle-t-on *Puiſſance*?

R. C'eſt le produit d'une quantité par l'Unité, ou par elle-même, autant de fois qu'il eſt requis.

La *prémière Puiſſance* d'une grandeur eſt le Produit de cette grandeur par l'Unité. $2 + 1 = 2$, *prémière Puiſſance*, x ou x^1. La *ſeconde* dite *Quarré* eſt le Produit de la grandeur par elle-même, $2 + 2 = 4$: $x + x = xx$. La *troiſième* dite *Cube* eſt le Produit de la ſeconde par la prémière. La *quatrième* eſt le Produit de la troiſième par la prémière, & ainſi de ſuite à l'infini. $4 + 2 = 8$ *Cube*. x^3 *Cube*.

Racines. Les Racines prennent les noms des Puiſſances dont elles ſont Racines. La Racine de la prémière Puiſſance eſt appellé *Racine* prémière; celle de la ſeconde, *Racine ſeconde* ou *quarrée*; celle de la troiſième, *Racine troiſième* ou *cubique*.

Quand on veut marquer qu'une quantité algébrique eſt élevée à une Puiſſance, on écrit à la droite un peu au-deſſus le nombre qui exprime cette Puiſſance; & ce nombre eſt appellé l'*Expoſant* de la Puiſſance. a^5 déſigne la cinquième Puiſſance de a, le chiffre 5 eſt l'Expoſant.

Racines Binome, trinome, &c. On appelle *Racine Binome* celle qui eſt compoſée de deux parties, comme $a + b$; on appelle *Trinome*, celle de trois, comme $a + b + c$; *Quadrinome*, celle de quatre, comme $a + b + c + d$. En général on donne le nom de *Multinome* à toutes les Racines qui ont plus de deux Termes.

D.

D. Qu'eſt-ce que *Raiſons* ou *Raports*, *Parties aliquotes* & *Parties aliquantes*, *Proportions* & *Progreſſions*? Raiſons ou Raports.

R. On appelle *Raiſon* ou *Raport* la manière d'être de deux grandeurs comparées enſemble; les deux quantités qu'on compare ſont les *Termes* du Raport. Celle que l'on compare eſt l'*Antécédent*, & l'autre le *Conſéquent* du Raport. Le *Raport géométrique* examine la manière dont une grandeur en contient une autre; ce qui ſe fait par la Diviſion. Le *Raport aritmétique* eſt l'excès de la plus grande ſur la plus petite, qui ſe connoit par ſouſtraction.

Les *Parties aliquotes* meſurent exactement leur tout, 3 eſt aliquote de 9, de 12. Quand une grandeur en contient exactement une autre, elle en eſt *multiple*, & la contenue en eſt la *ſous-multiple*. Parties aliquotes.

Les *Parties aliquantes*, ſont celles qui ne ſont pas contenues exactement dans leur tout; 7 eſt Partie aliquante de 20. Parties aliquantes.

Une *Proportion* eſt formée de deux *Raiſons* ou *Raports* égaux. La *Proportion géométrique* eſt formée de Raiſons géométriques égales, 3, 6 :: 12, 24. Proportion.

Si $\frac{a}{b} = q$. & $\frac{c}{d} = q$. Donc $a, b :: c, d$.

La *Progreſſion géométrique* eſt une ſuite de quantités qui ſont continuellement proportionnelles. Progreſſion.

:: 2, 4, 3, 6 : 8, 16.

Elle peut ſe réduire à cette formule:

$$:: m, md, md^2, md^3, md^4 ::$$

D. Qu'eſt-ce qu'une *Fraction*? Fraction.

R. C'eſt l'expreſſion de la Raiſon qui eſt entre les parties & l'entier.

La Fraction se marque par deux nombres mis l'un sur l'autre avec une petite ligne entre deux. Par exemple, $\frac{3}{4}$ désigne qu'une chose est divisée en 4 parties, & qu'on en prend 3. Le nombre écrit au-dessus de la petite ligne, marque combien on prend de parties de l'entier, savoir 3, & se nomme le *Numérateur*. Celui qui est au-dessous, savoir 4, indique en combien de parties l'entier est partagé, & se nomme le *Dénominateur*.

On fait sur les Fractions les mêmes opérations que sur les lettres & les chiffres.

CHAPITRE V.

De la Géométrie.

Définition de la Géométrie.

D. QU'est-ce que la Géométrie?

R. C'est la Science de l'étendue qu'occupent les Corps, & de leurs propriétés, selon leurs trois dimensions, longueur, largeur, & profondeur.

Ce que c'est que Corps.

D. Qu'entendez-vous par Corps?

R. On appelle Corps tout ce qui a des parties unies les unes aux autres.

Objet de la Géométrie.

D. Quel est l'objet de la Géométrie?

R. Comme cette Science roule sur les proprietés de l'étendue, elle comprend l'assemblage de tous les Corps, parce que tous les Corps sont étendus.

Détail des Sciences qui en font l'objet.

D. Toutes les autres Sciences, qui ont pour objet les Corps, sont donc aussi elles-mêmes l'objet de la Géométrie?

R. Oui

R. Oui ſans doute. L'Architecture, par exemple, les Fortifications, la Mécanique, ont pour objet des choſes étendues; elles ſont par conſéquent renfermées dans la Géométrie, qui eſt la Science des Corps en général.

Puiſque les Aſtres ſont des Corps, & que ces Corps ſont étendus; puiſque leur diſtance de la Terre, leur grandeur, leur diamétre ſe meſurent par des lignes, qui peuvent auſſi marquer leurs mouvemens; l'Aſtronomie, ou la Science des Aſtres, les opérations & les raiſonnemens des Aſtronomes, ſont par conſéquent fondés ſur la Géométrie.

La Gnomonique, ou l'Art de faire des Cadrans, eſt auſſi l'objet de la Géométrie, puiſqu'elle trace ſur un plan la route du Soleil, en marquant le chemin de l'Ombre que fait le ſommet du Stile du Cadran qui repréſente la Terre, autour de laquelle le Soleil tourne.

Dans l'Optique, la Dioptrique, la Catoptrique, la Perſpective, tout ſe démontre par des lignes; ces Sciences ſont donc une dépendance de la Géométrie. La Marine même, dans la plus grande partie de ſes pratiques, dépend de l'Aſtronomie, & par conſéquent de la Géométrie.

Toute la Phyſique, Science d'une vaſte étendue, n'eſt proprement qu'une Géométrie, puiſqu'on y rend raiſon des effets des Corps, en faiſant voir que ce ſont des ſuites de leurs figures, de leurs mouvemens, de leurs reſſorts de leur mécaniſme, qui s'expriment par des lignes.

On ne ſauroit donc faire de grands progrès dans l'Aſtronomie, la Gnomonique,

l'Architecture, les Fortifications, les Méchaniques, la Marine, l'Optique, la Physique, & autres Sciences qui ont les Corps pour objet, sans le secours de la Géométrie, dont il faut du moins avoir quelque teinture.

Avantages de la Géométrie.

D. Quel est le plus grand avantage que puisse procurer l'étude de la Géométrie?

R. C'est celui de rendre l'esprit juste, par les préceptes qu'elle donne pour raisonner sur toutes choses avec ordre & méthode. Elle enseigne en effet à suivre la liaison des idées, jusqu'à ce qu'on arrive à la source d'où elles dépendent, à peser les raisons, & à comparer les raports. Comme la Géométrie comprend aussi un grand nombre de principes, l'esprit aquiert de la force, de l'étendue & une liberté nécessaire pour tirer des conséquences sans rien confondre. En suivant la méthode géométrique, on prévient la précipitation, & on surmonte la paresse; on démontre ce qui se peut démontrer, & on ne reçoit ce qui n'est que probable, que comme une probabilité.

Pourquoi l'erreur y est peu à craindre.

D. Dans la Géométrie l'erreur est-elle autant à craindre que dans les autres Sciences?

R. Non. La vérité & la fausseté y paroissent trop évidemment pour être confondues. „ On ne pourroit pas fondre ensemble, dit „ ingénieusement Mr. de Fontenelle, tous „ les Historiens, ou tous les Chronologistes, ou même tous les Physiciens; ils „ sont trop contraires, trop hétérogènes „ les uns aux autres, ce sont des Métaux „ qui ne s'allient point: mais tous le Géomètres sont homogènes, & leurs idées „ ne

„ ne peuvent refuſer de s'unir.

Dans la Géométrie tout eſt clair, tout eſt convaincant. L'eſprit ne s'égare que très difficilement, parce qu'il va de vérités en vérités.

D. Cette Science eſt-elle à la portée des Enfans?

Si elle eſt à la portée des Enfans.

R. Il ne faut pas en douter. Les principes en ſont ſi ſimples, ſi évidens, ſi faciles à connoître, & en ſi petit nombre, qu'il n'y a guère d'eſprit, s'il n'eſt abſolument ſtupide, qui ne puiſſe les apprendre. Les eſprits ſombres & péſans ſont quelquefois les plus propres à la Géométrie; ceux qui ont de la fineſſe & de la vivacité, ont ſouvent de la peine à s'aſſujettir aux principes & à la méthode des Géomètres. Il faut ici, comme en toutes choſes, uſer de modération, & appliquer plus ou moins les Enfans à la Géométrie, ſuivantt les diſpoſitions de leur eſprit. Un homme qui ſeroit livré uniquement à la ſéchereſſe de cette étude, auroit peu de fineſſe & d'habileté pour les choſes du monde. Ceux qui ſont abſorbés dont la Géométrie, ſont pour l'ordinaire abſtraits & rêveurs; elle ſemble auſſi en quelque ſorte nuire à cette fleur de l'eſprit qui en fait l'agrément.

D. Donnez-moi, je vous prie, quelques exemples des vérités claires ſur leſquelles la Géométrie eſt fondée.

Axiomes ſur leſquels la Géométrie eſt fondée.

R. Voici quelques-unes de ces vérités, qui ſont autant d'axiomes, autant de principes inconteſtables, & auxquelles on peut réduire tout ce que la Géométrie entreprend de démontrer.

Une choſe ne peut pas être, & n'être pas dans un même tems.

De ce principe, facile à faire comprendre à un Enfant, & dont la vérité eſt inconteſtable, il s'enſuit que, puiſque le tout & ſes parties priſes enſemble ne ſont qu'une même choſe, il faut que *le tout ſoit égal à ſes parties*: car autrement la même choſe ſeroit & ne ſeroit pas. De ce principe on tire encore cette conſéquence, que *deux grandeurs égales à une même grandeur, doivent être égales entre elles*: car ces trois grandeurs ne ſont qu'une même choſe; ainſi ſi elles étoient inégales entre elles, elles ſeroient & ne ſeroient pas.

On peut encore raporter à ce même principe, les quatre axiomes ſuivans.

Si à des grandeurs égales on en ajoute d'égales, les tous ſeront égaux.

Si de grandeurs égales on en ôte d'égales, les reſtes ſeront égaux.

Si de grandeurs inégales on en ôte d'égales, les reſtes ſeront inégaux.

Si à des grandeurs inégales on en ajoute d'égales, les tous ſeront inégaux.

Ces vérités ſont claires, chacun les conçoit, & elles ne laiſſent dans l'eſprit aucun doute. Elles ſont fondées ſur ce que les tous égaux ont des parties égales, & les inégaux des parties inégales. Or ſi les tous égaux n'avoient pas des parties égales, ils ſeroient & ne ſeroient pas.

Il y a une infinité d'autres vérités qu'on peut déduire de celles-là. Il eſt vrai, par exemple, que *les moitiés de deux tous égaux ſont égales*; que *les doubles de ces tous ſont égaux*; que *les tiers de deux tous égaux ſont égaux*; que *les triples de deux tous égaux ſont égaux*; & ainſi des quarts, des quadruples, & de quantité d'autres propoſitions ſemblables.

Voi-

Voici d'autres vérités bien ſimples, & dont l'évidence ne ſauroit jamais être conteſtée. *Le tout eſt plus grand qu'une de ſes parties. Ce qui eſt contenu dans une grandeur, ne peut être plus grand que cette grandeur. Deux grandeurs qui conviennent en tout, lorſqu'on les poſe l'une ſur l'autre, ſont égales.* Ces axiomes ſont des ſources très fécondes de pluſieurs démonſtrations.

Lorſque les Géomètres tirent leur preuve de la ſuppoſition qu'ils ont faite, ils ſe fondent ſur ce principe, qu'*une choſe ne peut pas être, & n'être pas.* Ils prétendent, & avec raiſon, qu'on ne peut pas nier leur concluſion, à moins qu'on ne leur faſſe voir qu'une choſe peut être, & n'être pas en même tems, ce qui eſt abſurde.

Eſpèce d'infaillibilité que s'attribuent les Géomètres.

Les Géomètres s'attribuent une eſpèce d'infaillibilité. *Nous ne ſaurions*, diſent-ils, *nous tromper, parce que nous ne raiſonnons que ſur des idées claires, & que nous n'affirmons ou ne nions que ce que nous concevons parfaitement bien.* Leurs raiſonnemens roulent ſur le Corps & ſur ſon étendue ou ſes trois dimenſions, qui ſont l'étendue, la longueur, la largeur, & la profondeur. Or les idées du Corps & de ſes dimenſions ſont claires, à ce qu'ils prétendent.

Quelle ſorte d'étendue fait l'objet de la Géométrie.

D. L'étendue qui fait l'objet de la Géométrie, eſt-ce cette étendue matérielle des Corps, qui ſont effectivement étendus en long, en large, & en profondeur?

R. Non. Les Géomètres entendent par étendue, une étendue intelligible, telle que l'eſprit la conçoit; enſorte que, quand il n'y auroit point de Corps au monde, ce qu'ils démontrent de l'étendue n'en ſeroit pas moins vrai. Delà vient que, quoique les Corps chan-

changent, les vérités de Géométrie ne cessent pas pour cela d'être ce qu'elles sont, parce qu'elles ne dépendent point de la matière, mais des notions claires qui sont dans l'esprit.

Notions que se forment les Géomètres des trois dimensions du Corps.

D. Les Géomètres ne font-ils pas de fausses suppositions, lorsqu'ils supposent des Etres qui sont longs sans être larges, & qui sont larges sans être profonds ou épais?

R. Ils prétendent que, quoiqu'il n'y ait point de Corps sans trois dimensions, on peut cependant considérer l'une sans faire attention à l'autre; qu'on peut considérer la longueur sans penser à la largeur, & la largeur sans faire attention à la profondeur, comme l'on regarde la longueur des chemins sans faire réfléxion à leur largeur, & sans penser à la profondeur de la terre. La notion de la longueur exclud celle de la largeur & de la profondeur, & celle de la largeur exclud celle de la profondeur. Quoique les trois dimensions du Corps soient inséparables, les notions qu'on s'en forme ne sont point fausses, parce que de la manière dont ces dimensions sont conçues, elles sont distinguées en ce que l'une est considérée sans l'autre.

Ordre observé par les Géomètres.

D. Quel ordre observent les Géomètres, lorsqu'ils traitent les matières qui font l'objet de leur Science?

R. Ils commencent par les Définitions; ils continuent par les Axiomes, d'où ils forment des Théorêmes, puis des Problêmes, qui produisent des Corollaires, & ils y lient des Remarques ou Scholies, selon qu'ils croient en avoir besoin.

Ce que c'est que Définitions.

D. Qu'entendez-vous par Définitions?

R. Ce sont des notions claires & distinctes

tes, par le moyen desquelles on distingue non seulement une chose d'avec une autre, mais qui nous y font encore découvrir tout ce qu'on peut en concevoir. On réduit les Définitions à deux sortes, qui sont les Définitions des Noms & les Définitions des Choses.

D. Qu'appellez-vous Notion? **Notion.**

R. La Notion est la réprésentation que l'esprit se forme de quelque chose que ce puisse être. Dans les Mathématiques on n'admet que des Notions distinctes, & même autant entières & parfaites qu'elles peuvent l'être, quand il s'agit de donner des définitions des Noms & des Choses.

D. Qu'est-ce qu'un Axiome? **Axiome.**

R. C'est une proposition si évidente qu'elle n'a pas besoin de démonstration. Telle est celle-ci: *Toutes les lignes menées du centre d'un cercle à sa circonférence, sont égales entre elles*; & cette autre: *D'un point à un autre point on peut tirer une ligne droite.* Le prémier de ces Axiomes exprime l'existance de la chose, le second en marque la possibilité. Les Axiomes de cette espèce s'appellent *Pétitions* ou *Demandes.* Comme la vérité de ces deux Axiomes est évidente, ils n'ont besoin d'aucune démonstration.

D. Que nomme-t-on Théorême? **Théorême.**

R. C'est une proposition dont il faut démontrer la vérité. Lors qu'ayant comparé plusieurs définitions les unes avec les autres, on en infère quelque proposition qu'on n'auroit pu tirer de l'examen d'une seule, la conclusion qu'on en tire s'appelle Théorême. Par exemple, dans la Géométrie, je compare un Triangle avec un Parallélogramme posés sur la même base; & ayant même

même hauteur. J'infère partie de leurs définitions, partie de leurs propriétés déja connues, qu'un tel Parallélogramme eſt le double du Triangle; alors cette propoſition, *Un Triangle eſt la moitié d'un Parallélogramme, qui a même baſe & même hauteur*, eſt un Théorême.

Problême. *D.* Qu'eſt-ce qu'un Problême?

R. C'eſt auſſi une propoſition qu'il faut démontrer; mais dans laquelle il s'agit de faire quelque choſe, & de prouver qu'on a fait ce qu'on avoit propoſé de faire. Les Problêmes ſont compoſés de trois parties, qui ſont la Propoſition, la Solution & la Démonſtration. Dans la Propoſition on indique ce qu'on propoſe à faire; la Solution donne par ordre tous les moyens de réuſſir à faire la choſe propoſée; & la Démonſtration prouve qu'on doit néceſſairement en venir à bout, en ſuivant la méthode & les moyens que la ſolution preſcrit. C'eſt pourquoi toutes les fois qu'un Problême a beſoin de démonſtration, on le convertit en Théorême, dont la propoſition conſtitue la queſtion, & la ſolution forme l'Hypothèſe.

Corollaires. *D.* A quoi donne-t-on le nom de Corollaires?

R. Lorſqu'on eſt obligé d'appliquer à certains cas particuliers, des Propoſitions générales, d'où l'on tire d'autres propoſitions dont la conſéquence eſt aiſée; alors ces Propoſitions ſe nomment Corollaires.

Remarques ou Scholies. *D.* Expliquez-moi, je vous prie, ce que c'eſt que Remarques ou Scholies.

R. Dans les Remarques ou Scholies on dit ce qu'il y a d'obſcur; on répond aux choſes qui ſont douteuſes; on indique l'uſage des Sciences, les ſources où l'on peut étu-

étudier les matières, les Auteurs qui en ont traité, enfin tout ce qu'il y a de bon, d'utile & d'agréable à savoir.

Lemme.

D. Qu'est-ce qu'un Lemme?

R. C'est une Proposition, qui n'est au lieu où elle est, que pour servir de preuve à d'autres qui suivent (*a*).

Méthode des Géomètres.

D. Qu'est-ce que la Méthode, & sur-tout celle qu'emploient les Géomètres?

R. C'est l'art de bien disposer une suite de plusieurs raisonnemens, tant pour découvrir la vérité d'un Théorême, quand on l'ignore, que pour la démontrer aux autres, quand on l'a trouvée.

Deux sortes de Méthodes.

D. Combien distinguez-vous de Méthodes?

R. Il y en a deux générales, qui sont celle de Résolution, qu'on nomme l'Analyse; & celle de Composition, qui s'appelle la Synthèse.

Méthode analytique ou de Résolution.

D. Qu'est-ce que la Méthode analytique ou de Résolution?

R. C'est celle où l'on passe du composé au simple. On se sert de cette Méthode, quand on examine une Proposition, afin de déterminer si elle est vraie ou non; ou quand il s'agit de résoudre une question, c'est-à-dire, de savoir ce qu'on doit y répondre. Dans ces deux cas il faut remonter de ce qu'on propose, à quelque vérité qui nous soit bien connue, afin qu'il paroisse clairement si ce que nous examinons, ou ce que nous découvrons, est lié avec cette vérité, ou

(*a*) On trouve la définition de divers autres termes dont se servent les Géomètres, avec les figures qui y répondent, dans le Tome I de cet Ouvrage, pag. 215 & suiv.

ou s'il en eſt ſéparé; de manière que de l'évidence de cette même vérité, nous puiſſions conclure s'il faut admettre ou rejetter la propoſition que nous examinons.

Méthode ſynthétique ou de Compoſition.

D. Qu'eſt-ce que la Méthode ſynthétique ou de Compoſition?

R. C'eſt celle où l'on va du ſimple au compoſé, ou des propoſitions ſimples, qui ſe démontrent l'une par l'autre, aux propoſitions plus générales & plus compoſées, juſqu'à ce qu'on ſoit parvenu à la concluſion, qui nous donne une connoiſſance claire & diſtincte de la vérité qu'on cherche. Cette Méthode eſt d'uſage lorſqu'on veut expliquer aux autres ce qu'on ſait déja.

Différence entre ces deux Méthodes.

D. Quelle différence mettez-vous entre ces deux Méthodes?

R. Outre la différence exprimée dans la définition de ces deux Méthodes, il y en a encore entre elles une autre, qui eſt que ſouvent dans la Méthode analytique il faut faire de grands détours pour arriver du compoſé à des Principes ſimples, & cela dans les occaſions mêmes, où l'on découvre enſuite un chemin plus court pour revenir du ſimple au compoſé.

Ce que c'eſt qu'Hypothèſe.

D. A quoi donne-t-on le nom d'Hypothèſe?

R. L'Hypothèſe eſt une fiction par le moyen de laquelle on répond à une questions propoſée. Ou bien, c'eſt une ſuppoſition de ce qui n'eſt pas pour ce qui peut être. Il n'eſt pas néceſſaire que l'Hypothèſe ſoit véritable, il ſuffit qu'elle ſoit poſſible; c'eſt-pourquoi on peut faire pluſieurs Hypothèſes différentes ſur un même ſujet.

Il faut raiſonner ſur ces ſortes de fictions ou ſuppoſitions, comme ſi c'étoit la vérité mê-

même, & diriger ses raisonnemens de manière qu'on en tire occasion de connoître, si la solution qu'on a inventée est vraie, car on ne doit l'adopter comme conforme à la vérité, que quand on a lieu de se convaincre de cette conformité. Cette manière de raisonner a de grands avantages, mais quantité de Philosophes en ont abusé & en abusent encore tous les jours étrangement. Un homme illustre nous a donné des règles excellentes sur l'usage qu'on doit faire des Hypothèses (*a*).

D. Exposez-moi, je vous prie, pour servir d'exemples, quelques Problêmes avec leurs solutions.

Comment on mesure la distance de deux Lieux accessibles par un troisième

R. En voici quelques-uns, qui m'ont paru curieux & instructifs.

Planche I. Fig. 1.

On demande, par exemple, „ comment „ on doit mesurer la distance de deux „ Lieux, tels que sont A & B, accessibles „ par un troisième ". Voici la solution de ce Problême.

Posez en C le Graphomètre ou Table géométrique, sur laquelle vous choisirez le point *c*. De ce point, par le moyen des pinnules, visez au point A, & menez la droite *c a*. Bornoyez ensuite du point *c* vers B, & menez la droite *c b*. Mesurez les toises, qui se trouvent depuis C jusqu'à A, & depuis C jusqu'à B; transportez ces mesures, au moyen de l'Echelle géométrique, de *c* en *a*, & de *c* en *b*. Mesurez enfin sur la même Echelle la ligne *a b*, qui marquera la distance que vous cherchez. En voici la démonstration.

L'an-

(*a*) Mr. 's Gravesande dans son *Introduction à la Philosophie*, Chap. XXXIV.

Planche I. Fig. 1.

L'angle *c* étant commun aux deux triangles *acb* & A*c*B, & les côtés qui le forment étant aussi proportionnels, on doit conclure que *ab* est à AB comme *ca* est à *c*A. Or *ca* contient autant de parties de l'Echelle ou petite mesure que *c*A en contient de la grande: *ab* contiendra donc autant de parties de la petite mesure, que AB en contiendra de la grande dont on s'est servi sur le terrein.

Comment on trouve la distance de deux Lieux dont un seul est accessible. Planche I. Fig. 2.

Autre Problême. „ Trouver la distance „ de deux Lieux A & B, dont un seul A „ est accessible ". Ce Problême se résout de la manière suivante.

Ayant posé le Graphomètre dans un lieu choisi à volonté C, dirigez votre vue par les pinnules du point *c* vers les deux points A & B. Cherchez la distance de C au point accessible A. Transportez cette distance avec une Echelle géométrique, de *c* en *a*. Placez ensuite le Graphomètre au point A, ensorte que *a* soit précisément sur A, & que vous puissiez voir un piquet planté au point C par les pinnules dirigées de *a* vers *c*. Bornoyez alors de *a* vers B, & tirez la droite *ab*. Prenez enfin sur l'Echelle géométrique la distance de *ab*, qui vous fera connoître celle de AB. Voici comme on le démontre.

Puisque l'angle *c* = C & l'angle *a* = A, *ac* sera à l'égard de AC comme *ab* est à AB. Or la ligne *ac* contient autant de parties de l'Echelle géométrique ou petite Mesure, que la ligne AC en contient de la grande: *ab* doit contenir autant de parties de la petite Mesure ou Echelle géométrique, que AB en renferme de la grande.

Ce que c'est que

On entend par *grande Mesure* une Toise ou

ou Perche, qui seroit divisée en pieds, pouces, &c. comme elle le sont communément. Si l'Echelle géométrique ou petite Mesure, dont on se sert, est divisée par 10, il faut, ou que la Perche qui sert à mesurer en grand les distances, soit aussi divisée par 10 pieds ou parties, ou faire la réduction en comparant la grande Mesure avec la petite. Par exemple, supposé qu'on se serve d'une Toise ordinaire composée de 6 pieds, qui contiennent chacun 12 pouces, pour mesurer la distance *c* A de l'exemple précédent, & que cette distance soit de 6 Toises 4 pouces; si mon Echelle géométrique, au-lieu d'être divisée par Toises de 6 pieds, est divisée par Mesure géométrique de 10 parties, qu'on peut considérer comme des pieds; pour réussir à comparer proportionnellement le nombre des Toises qui se trouvent dans la distance *c* A, avec le nombre des parties qui sont comprises dans l'Echelle géométrique, dont les divisions sont de 10 en 10; il faut dans ce cas réduire les Toises en pieds, & en compter autant qu'il se trouve de parties dans l'Echelle géométrique, pour les raporter de *c* en *a*. Ainsi, pour plus grande commodité, il faut avoir une Echelle géométrique divisée par 6, quand on se sert d'une Toise, parce qu'une Toise est composée de 6 pieds, & qu'il est pour lors facile de prendre sur l'Echelle géométrique autant de divisions, qu'il se trouve de Toises dans la distance proposée.

grande Mesure. Planche I. Fig. 2.

Troisième Problême. „ Mesurer la distance de deux lieux inaccessibles AB?

Comment on mesure la Distance de deux Lieux inaccessibles.

Pour résoudre ce Problême, ayant choisi les deux Stations C & D, placez le Graphomè-

Planche I. Fig. 3.

phomètre à la prémière C, & plantez un Piquet à l'autre. Du point C bornoyez par les pinnules vers le Piquet D, & puis du même point C ayant aussi bornoyé vers B & A, tirez les lignes droites sur le Graphomètre. Prenez la distance des Stations CD, & portez-la sur le Graphomètre, de *c* en *d*, par le moyen de l'Echelle géométrique. Visez de D vers A & B, & tirez sur le Graphomètre les droites *d a* & *d b*. Prenez ensuite la distance *ab* sur l'Echelle géométrique, & vous connoitrez ainsi la distance AB. En voici la démonstration.

Comme l'angle *d* est commun aux deux triangles *dcb* & DCB, & que l'angle *c* est égal à l'angle C, *ed* est à CD comme *b c* est à BC. D'ailleurs, comme par la même raison, le triangle *a c d* est semblable au triangle ACD; *cd* sera à CD comme *ac* est à AC, & par conséquent *b c* est à BC comme *ac* à AC. Or l'angle *a c b* étant égal à l'angle ACB, *ab* sera à AB comme *ac* est AC, ou *cd* à CD. Et comme dans l'Echelle géométrique, autant de parties répondent à la droite *dc*, qu'il s'en trouve dans la grande Mesure qui répondent à la droite DC; il en faut autant dans l'Echelle géométrique qui répondent à la ligne *a b*, qu'il s'en trouvera qui répondent à AB dans la grande Mesure dont on s'est servi sur le terrein.

Manière de mesurer une hauteur accessible. Planche I. Fig. 4.

Quatrième Problême. „ Mesurer la hauteur accessible AB ".

Voici comme il faut faire. Prenez un point D dans la campagne, sur lequel vous éleverez verticalement votre Graphomètre ou Planchette, de façon que le côté inférieur soit parallèle à l'horizon: situation

qu'on

qu'on lui donnera avec un Niveau. Ayant appliqué horizontalement une Règle avec des pinnules sur le centre, vous bornoyerez à travers du côté de l'endroit dont vous cherchez à connoître la hauteur, & vous menerez ensuite la droite *c* E. Tournez la Règle autour du point *c* jusqu'à ce qu'en regardant par les pinnules, vous appercerez le sommet de la hauteur A, & pour lors vous menerez sur le Graphomètre la droite *c b*. Mesurez la distance qu'il y a depuis *c* jusqu'au bas de la hauteur C, & portez-la sur le Graphomètre, de *c* en E, par le moyen de l'Echelle géométrique. Elevez au point E la perpendiculaire E *b*, qui marquera par son application sur l'Echelle géométrique la hauteur A C. Ajoutez à cette hauteur celle de C B, & la somme sera celle que vous demandez. Voici comme on le démontre.

Planche I. Fig. 4.

L'angle *c* est commun aux triangles E *c b* & C *c* A: les angles E C sont droits: ainsi *c* E est à *c* C comme *b* E est à A C. Or E *c* contient autant de parties de l'Echelle géométrique, que *c* C en contient de la grande Mesure. E *b* contiendra donc nécessairement autant de parties de l'Echelle géométrique, que A C en contient de la grande Mesure dont on s'est servi pour mesurer le terrein.

Manière de mesurer une hauteur inaccessible.

Cinquième Problême. „ Mesurer une hauteur inaccessible A B ".

Planche I. Fig. 5.

Ce Problême se résout de la manière suivante. Après avoir choisi à volonté les deux Stations D & E, comme dans le Problême précédent, bornoyez vers la pointe A, & le bas C, étant placé à la première Station D. Mesurez la distance

des

Planche I. Fig. 5. des deux Stations ED, & portez-la, par le moyen de l'Echelle géométrique, du point *f*, qui doit répondre perpendiculairement sur D, au point *e*. Transportez le Graphomètre de D en E, & posez-le de façon que *e* soit précisément sur E, & visez ensuite au Piquet que vous aurez planté en D, & au sommet A. Au point où la droite *ea* coupe la droite *fa*, abaissez une perpendiculaire *ac* sur *fe*, qui portée sur l'Echelle géométrique donnera la hauteur AC. Ajoutez à AC la hauteur BC, la somme sera la hauteur AB que l'on demande. On démontre cette solution comme celle du Problême précédent.

CHAPITRE VI.

Du Lieu, & de l'Espace pur ou du Vuide.

D. COmment distingue-t-on le Lieu que les Corps occupent?

R. On le distingue en Lieu Absolu & Lieu Rélatif.

Lieu absolu. *D.* Qu'est-ce que le Lieu absolu?

R. C'est une partie de l'Univers, laquelle est remplie par des Corps.

Lieu rélatif. *D.* Qu'est-ce que le Lieu rélatif?

R. C'est la situation où un Corps se trouve par rapport à d'autres Corps, avec lesquels nous le comparons. On lui donne le nom de rélatif, parce qu'il dépend en quelque sorte des autres Corps, dont on compare la rélation qu'ils ont avec lui.

D. Don-

D. Donnez-moi un exemple qui éclairciſſe cette matière.

Exemple qui eclaircit cette matière.

R. En voici un. La porte d'une Ville, entant qu'elle eſt étendue, occupe une partie de l'Eſpace du Monde, & ſe trouve par-là dans ſon Lieu abſolu; mais, entant qu'on la compare avec la diſtance où elle eſt du milieu de la Ville, de certaines Maiſons, des Remparts, elle eſt dans ſon Lieu rélatif.

D. Le Lieu rélatif d'un Corps peut-il reſter le même, quoique ſon Lieu abſolu vienne à changer.

Le Lieu rélatif peut reſter le même quoique le Lieu abſolu change.

R. Oui, & en voivi un exemple. Suppoſez un homme qui ſe tienne tranquile dans une Barque de trait, cet homme eſt toujours également éloigné de toutes les parties de cette Barque, & il ſe trouve par conſéquent toujours dans le même Lieu rélatif; mais comme la Barque avance ſans ceſſe, il ne reſte pas dans la même partie commune de l'Eſpace, puiſqu'il eſt transporté de l'une dans une autre, ce qui fait qu'il change de Lieu abſolu.

D. Qu'eſt-ce que l'Eſpace pur ou le Vuide?

Ce que c'eſt que l'Eſpace pur ou le Vuide.

R. C'eſt un Etre étendu, ſimilaire ou homogène, uniforme, unique, continu, immobile, indiviſible, même par la penſée, immuable, pénétrable, ſans aucune réſiſtance, infini, & même ſuivant quelques Philoſophes, éternel, un être qui ne ſauroit être modifié ni figuré, c'eſt le vaſe univerſel qui contient toutes les choſes créées; c'eſt enfin une ſurface capable de contenir un corps ſans en contenir néanmoins aucun.

D. Peut-on prouver l'exiſtance d'un tel Etre?

Preuves de ſon exiſtance.

 R. Oui,

R. Oui, & voici comment. La Pénétrabilité eſt la proprieté d'un Etre réellement exiſtant, ce ne ſauroit être la propriété des Corps, ni de la Matière, ce n'eſt donc que la proprieté de ce que tous les Philoſophes ont toujours appellé & appellent encore aujourdhui le Vuide ou l'Eſpace, & que ceux qui le croient réellement exiſtant regardent comme le Lieu des Corps.

Plus on fait attention à ſes idées, plus on ſent qu'on a celle de la ceſſion inſenſible, qui eſt la Pénétrabilité, & il eſt même impoſſible de la concevoir, qu'on ne la concoive totale dans l'Etre pénétrable, parce que toute partie qui réſiſteroit, & qu'il faudroit écarter pour ſe faire paſſage, ſeroit contraire à la Pénétrabilité, & par conſéquent un Etre pénétrable ne peut avoir de telles parties. D'un autre côté, un Etre qui ſeroit moins grand qu'un autre, n'en pourroit être pénétré; d'où il ſuit néceſſairement que l'Etre pénétré eſt plus grand que l'Etre pénétrant, le contenant étant plus grand que le contenu.

L'extrême ſolidité eſt impénétrable.

D. L'extrême ſolidité eſt-elle impénétrable?

R. On ne ſauroit jamais la concevoir autrement; & c'eſt la proprieté d'un Etre infiniment petit, d'un Etre qui n'ayant point de parties ne ſauroit être ni diviſé, ni pénétré, enfin d'un Etre qui eſt un & ſimple. La dureté eſt pénétrable, parce qu'elle n'eſt que la proprieté d'un Etre compoſé. La fermeté & la moleſſe ne différant de la dureté que du plus au moins, leur pénétrabilité ne diffère que dans une diviſion de parties plus ou moins facile.

Si le mou-

D. Le mouvement local pourroit-il ſe faire,

faire, si tout étoit Corps ou Matière?

R. On ne sauroit le concevoir; car si tout est matière, un Corps en mouvement rencontreroit par-tout un obstacle invincible. Lorsqu'on dit que tout est plein, cela signifie qu'il n'y a ni pore, ni vuide: Or s'il n'y a ni pore, ni vuide, il ne sauroit y avoir de mouvement. En voici la preuve.

vement peut se faire dans le Plein.

Supposer un composé, dont les parties soient nécessairement unies sans aucun intervalle de vuide, & dire que ces parties se meuvent indépendamment les unes des autres, comme dans un tourbillon, par exemple, c'est supposer des parties en même tems unies & séparées, ce qui est contradictoire, car s'il n'y a rien entre deux, s'il n'y a point de vuide, elle sont donc unies, elles se touchent donc, & si elles se touchent comment peuvent-elles se mouvoir sans entrainer avec elles toute celles qui les environnent. C'est aussi supposer qu'elles sont séparées; car, si elles se meuvent indépendamment les unes des autres, il faut qu'elles soient séparées, il faut qu'il y ait quelque chose entre elles pour les empêcher de se toucher, pour leur permettre toute liberté de mouvement, & ce quelque chose est nécessairement le Vuide. Cette preuve paroit bien forte.

D. Ne pourroit-on pas dire que le mouvement se fait dans un Corps rare, creux, poreux, fléxible & qui peut être plus ou moins condensé, tel qu'est l'air.

R. Il s'agit d'expliquer ici ce qu'on entend par un Corps rare, poreux, &c. Si l'on entend par Pore, un Corps qui est tout plein d'air, il s'ensuit qu'un Corps po-

reux eſt auſſi ſolide, auſſi peſant, auſſi impénétrable que ce que nous nommons Corps dur. Si l'on entend par Pore, un Corps rempli d'interſtices, je demande ſi ces interſtices ne ſont pas le Vuide même, ou un Eſpace ſans matière quelconque. Si tout eſt plein dans un Corps compoſé, il n'y a plus de Corps poreux, proprement dits, tous les Corps ſont également denſes, ils ne diffèrent entre eux que par la différence de leurs parties.

Idée claire d'un eſpace vuide.

D. Si l'on ſuppoſe que, parmi un grand nombre de Corps qui ſont en repos, il y en ait un qui s'anéantiſſe, cela ne donneroit il pas une idée de l'Eſpace ou du Vuide ?

R. Cette ſuppoſition en donne une idée très claire; car cette place qu'occupoit le Corps anéanti, laiſſe néceſſairement un Vuide, un Lieu où il n'y a ni Corps, ni Matière.

Planche I. Fig. 6.

Suppoſons, par exemple, que Dieu ait renfermé dans la Sphère ABC, tous les Corps qu'il a créés, de manière qu'ils y ſoient dans un repos parfait: ſuppoſons encore que le Créateur anéantiſſe, par ſa toute-puiſſance, le ſeul Corps B, ſans mouvoir aucun autre Corps; ne doit-on pas convenir que dans ce cas, l'eſpace ABC ne ſe trouvera occupé par aucun Corps, & que par conſéquent il ſera vuide? Ce Vuide ainſi formé ne ſauroit être rempli, puiſque, comme nous le ſuppoſons, le Créateur n'a anéanti que le ſeul Corps B, ſans communiquer le moindre mouvement aux autres Corps, qui n'ont pas la faculté de ſe mouvoir ou de ſe déplacer.

La ſuppoſition que l'on vient de faire ne ren-


Fig. 1.
A
B
C
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 12.
Fig. 13.
Fig. 14.
Fig. 15.
Fig. 16.



renferme aucune contradiction, elle eſt donc poſſible. En voici une autre où je ne vois non plus rien d'impoſſible. Si Dieu anéantiſſoit tout à coup l'air dont nous ſommes envelopés dans cette chambre, ſans rien changer dans la ſituation de la Chambre, ni des Corps qui l'environnent, il y auroit du Vuide, & l'on peut dire qu'alors nous nous trouverions immédiatement au-deſſous du Vuide. Or cette ſuppoſition n'a rien d'impoſſible, rien qui ſe contrediſe, rien qui ſoit au-deſſus de la puiſſance d'un Dieu qui n'a beſoin de rien, qui conſerve librement les Corps qu'il conſerve, qui peut anéantir les uns ſans anéantir les autres, puiſque ce ſont autant de Subſtances diſtinguées.

Suppoſons encore que Dieu renferme toute la Matière dans les deux Sphères A & B, qui ne ſe touchent qu'en un ſeul point, il y aura néceſſairement entre les ſurfaces de ces deux Sphères un Eſpace vuide, comme FCL & DCE. Planche I. Fig. 7.

Objection. Ceux qui n'admettent point de Vuide, prétendent que dans le cas en queſtion les deux Sphères ſe toucheroient dans toute leur ſurface FCD & LCE, parce qu'il n'y auroit alors rien qui les tînt ſéparées.

Réponſe. Mais comment concevoir que deux Sphères puiſſent jamais ſe toucher dans toute leur ſurface FCD & LCE, puiſqu'il eſt démontré qu'elles ne ſauroient ſe toucher que dans un point. D'ailleurs l'objection que l'on forme ici n'eſt fondée que ſur ce faux principe, que l'Eſpace eſt un Rien. Mais ſi l'Eſpace eſt un Rien, pourquoi diton qu'il eſt grand, qu'il eſt petit, & d'où lui viennent toutes les proprietés que nous

venons de lui reconnoître, & qu'on ne sauroit lui refuser? On ne dit rien d'un Rien, on ne parle pas de ce qui n'a aucune proprieté.

Autre objection.

D'autres voyant qu'il est impossible que les deux Sphères se touchent dans toute leur surface, répondent à l'argument d'une autre manière. Ce qui se trouve entre les deux Sphères A & B est, disent-ils, une Etendue : Or tout ce qui est étendu est Corps.

Planche I. Fig 7.

Réponse.

Mais comment démontreront-ils que toute Etendue est Corps ou Matière? On voit bien que ce n'est-là qu'une simple supposition.

Autres raisons en faveur du Vuide.

Autres raisons en faveur du Vuide. Pour prouver que le Vuide ou l'Espace pur est quelque chose de positif, les Anciens ont fait cet argument auquel on n'a rien répondu de solide. Qu'un homme aux bornes de l'Univers étende son bras, ce bras doit être dans l'Espace pur, car il n'est pas dans le rien; & si l'on prétend qu'il est encore dans la Matière, le Monde corporel est donc, dans ce cas, infini. Mais si la Substance corporelle est infinie, elle est nécessaire, elle existe par elle-même d'une nécessité absolue, elle est primordiale, antécédente à tout. Si elle est nécessaire elle ne dépend donc point de Dieu, elle est donc ou Dieu même, ou l'une de ses proprietés essentielles. Voila où paroit conduire le sentiment de ceux qui admettent l'impossibilité du Vuide. Si, au contraire, il y a du Vuide, la Matière n'est point un Etre nécessaire existant par lui-même, elle a été créée.

Portons, tant qu'il nous plaira, notre imagination au-delà des 6000 ans environ, qui

qui se sont écoulés depuis la Création du Monde, notre imagination s'y fait toujours de l'Etendue. Mais dans cette Etendue y a-t-il de la matière, de la solidité ? Point du tout; autrement le Monde seroit éternel.

Si l'Espace pur est un attribut de Dieu.

Suivant quelques Philosophes l'Espace existe nécessairement, il est, comme la durée, une proprieté essentielle de Dieu, un attribut nécessaire & immuable de l'Etre éternel & immense. Newton a donné lieu à cette opinion. Il dit dans ses Questions d'Optique: „ Ces phénomènes de la Natu-„ re ne sont-ils pas voir qu'il y a un Etre „ incorporel, vivant, intelligent, présent „ par-tout, qui, dans l'Espace infini, com-„ me dans son *Sensorium*, voit, discerne, „ & comprend tout de la manière la plus „ intime & la plus parfaite?

Sentimens de Leibnitz & de Clarke sur cette matière.

Leibnitz ayant attaqué la comparaison prise du *Sensorium*, dont Newton s'étoit servi, le Docteur Clarke, pour justifier cette comparaison, établit que nul Etre ne peut agir, connoître, voir où il n'est pas: Or Dieu agissant, voyant par-tout, agit & voit dans tous les points de l'Espace, qui, en ce sens seul, peut être considéré comme son *Sensorium*, attendu l'impossibilité où l'on est en toute Langue de s'exprimer quand on parle de Dieu.

Leibnitz prétend que l'Espace n'est que la rélation que nous concevons entre les Etres coéxistans; qu'il n'est que l'ordre des Corps, leur arrangement, leurs distances. Clarke soutient après Newton, que si l'Espace n'est pas réel, il s'ensuit une absurdité; car si Dieu avoit mis la Terre, la Lune & le Soleil, à la place où sont les Etoiles

 fixes,

fixes, pourvu que la Terre, la Lune & le Soleil fussent entre eux dans le même ordre où ils sont, il suivroit delà que la Terre, la Lune & le Soleil seroient dans le même lieu où ils sont aujourdhui ; ce qui est contradictoire.

Si l'Espace a des parties.

D. L'Espace a-t-il des parties ?

R. Puisqu'il est étendu, on peut le concevoir en plusieurs portions. Par exemple, l'Espace où est Saturne, n'est pas l'Espace où est Jupiter; le lieu où est la Ville de Paris, n'est pas celui où est la Ville de Londres. Mais l'Espace étant de sa nature inséparable, on ne peut séparer ces portions conçues, on ne peut mettre l'une à la place de l'autre, comme on peut mettre un Corps à la place de l'autre. Ces parties de l'Espace, parties cependant improprement dites, nous les mesurons par le moyen des Corps étendus.

On peut avoir l'idée de l'Espace sans en avoir aucune de la matière. Preuve.

D. Peut-on se former une idée claire de l'Etendue ou de l'Espace vuide, sans en avoir aucune du Corps ou de la Matière ?

R. C'est le sentiment d'un des plus grands Mathématiciens de ce siècle (*a*) ; & voici les preuves qu'il en donne.

L'idée de Solidité nous vient par l'attouchement. Nous sentons qu'il y a des Corps qui nous résistent, & nous éprouvons même cette résistance à chaque instant de la part de ceux qui, en nous soutenant, nous empêchent de tomber plus bas que nous ne sommes. Nous inférons de cette résistance des Corps, qu'ils ont de la Solidité, & qu'ils excluent tout autre Corps du lieu où ils sont. Nous appliquons même cette idée de

(*a*) Mr. 's Gravesande dans ses *Elémens de Physique*, Tom. I. Liv. I. Chap. III. pag. 5.

de Solidité aux Corps les plus ſubtils, à ceux dont les parties ne tombent pas ſous les ſens, puiſque l'Air, qui échape preſque toujours à la vue & à l'attouchement, fait très ſouvent une énorme réſiſtance. Or dans l'idée d'Etendue n'eſt pas contenue celle de Solidité, puiſque l'idée de Solidité ne nous vient que par l'attouchement, & que nous ne la déduiſons que de l'idée de la réſiſtance que nous éprouvons.

Celui donc qui n'auroit jamais touché de Corps, celui qui n'auroit jamais éprouvé la réſiſtance d'aucun Corps, auroit une idée claire de l'Etendue, ſans pouvoir ſe former la moindre notion des Corps ou de la Solidité. L'idée du Vuide, l'idée d'une Etendue ſans matière, eſt donc poſſible. Mais ſi cette idée du Vuide eſt poſſible, le Vuide eſt donc auſſi poſſible, puiſqu'on ne ſauroit ſe former d'idée d'une choſe impoſſible, ou qui impliqueroit contradiction.

Autre preuve de cette poſſibilité.

Autre preuve de cette poſſibilité. Quand un Corps ſe trouve à une certaine diſtance d'un Miroir concave, le Spectateur voit en l'air l'image de ce Corps devant le Miroir. Cette image repréſente un vrai Corps avec ſes couleurs, & cependant elle ne fait aucune réſiſtance. Suppoſons qu'un homme n'ait jamais vu que de pareilles images, & qu'une de ces images lui tienne lieu de Corps, auroit-il la moindre idée de ce qu'on nomme Solidité? Non ſans doute; & cependant il auroit l'idée de l'Etendue.

L'Eſpace a des proprietés que le Corps n'a pas.

Nous avons prouvé ci-deſſus (a) que l'Eſpace a des parties, mais des parties inſéparables l'une de l'autre, des parties immobiles,

(a) Page 152.

biles, aussi bien que tout l'Espace. Les parties du Corps, au contraire, peuvent changer de place, elles peuvent être séparées l'une de l'autre. L'Espace a donc des proprietés que le Corps n'a pas, c'est donc un Etre tout différent. L'idée de l'Espace est beaucoup plus simple que celle du Corps.

Preuves de l'existance du Vuide.

Le même Mathématicien que je viens de citer, après avoir prouvé la possibilité du Vuide, démontre ailleurs qu'il y en a réellement. Les preuves qu'il allègue en faveur de l'existance du Vuide, il les tire & de la considération du Mouvement, & de la Résistance causée par l'Inertie de la Matière. Ces preuves paroissent bien fortes; mais comme je ne saurois les exposer ici sans entrer dans de trop longs détails, ou sans leur faire perdre de leur force, en les abrégeant, je crois qu'il suffit d'y renvoyer le Lecteur, en lui indiquant l'endroit de l'Ouvrage où elles se trouvent (*a*).

Cet Auteur croit même que les phénomènes, par lesquels il paroit que la Gravité est proportionnelle à la quantité de Matière, s'accordent aussi avec l'assertion qu'il y a du Vuide. „ Si, dit-il (*b*), tout étoit „ plein de Matière, la Gravité agiroit également de tous côtés, c'est-à-dire, que „ les effets de la Gravité ne seroient plus „ sensibles, des Forces égales, dirigées vers „ des côtés opposés, s'entredétruisant mutuellement".

Si cet argument ne prouve pas le Vuide, il sert du moins, joint à d'autres preuves, à

(*a*) Dans le Tome II de ses *Elémens de Physique*, Liv. VI. Chap. XII. pag. 389, & suiv.

(*b*) Ibid. pag. 392.

à le confirmer; & l'on ne peut guère douter de son existance après avoir lu tout ce que nous venons d'alléguer en sa faveur.

D. L'étendue de l'Espace est-elle sans bornes?

L'Espace est sans bornes.

R. On ne sauroit lui en concevoir. On peut envisager la Matière comme bornée, mais il est impossible de se former la même idée de l'Espace.

D. Est-il immuable?

Immuable.

R. Oui; car n'étant point composé de parties comme la Matière, il n'est susceptible d'aucun changement.

D. Est il homogène?

Homogène.

R. Il l'est entierement?

D. Est il éternel?

S'il est éternel.

R. Quelques Philosophes le prétendent; mais Dieu, qui a pu créer la Matière, a pu aussi créer l'Espace, qui est le Vase dans lequel elle est renfermée.

D. Peut-il être anéanti?

S'il peut être anéanti.

R. Celui qui l'a créé peut aussi l'anéantir.

D. Si l'Espace a été créé, où étoit Dieu avant ce tems-là.

Où seroit Dieu s'il n'y avoit point d'Espace.

R. Comme Dieu est un Etre infini, il ne sauroit être contenu, comme le sont les Corps, par l'Espace, ainsi il n'a pas besoin de l'Espace pour être ce qu'il est, & où il est. Dieu étoit alors, comme à présent, & comme il le sera toujours, en lui-même. Son immensité, son infinité, c'est son Lieu, si on peut dire qu'il en ait un. Il est partout, puisqu'il est sans bornes. Lorsqu'il est question de Dieu, on manque de termes pour exprimer & ce qu'il est & la manière dont il existe.

CHAPITRE VII.

Des Corps, ou de la Matière en général.

La Matière n'eſt connue qu'imparfaitement.

D. CONnoit-on toutes les propriétés de la Matière?

R. Nous n'en connoiſſons que quelques-unes, & nous ne les connoiſſons même que très imparfaitement.

Proprietés communes des Corps.

D. Quelles ſont celles qui ſont communes à tous les Corps?

R. Ce ſont l'Etendue, l'Impenétrabilité, la Force d'Inertie, la Mobilité, la Quieſcibilité, la Figurabilité, la Gravité ou Péſanteur, & peut-être l'Attraction. La Diviſibilité eſt auſſi une propriété commune à tous les Corps compoſés; mais elle ne convient pas à leurs Elémens, aux plus petites de toutes leurs parties, que l'on nomme *Atomes*, ou Parties inſécables, parce qu'on ne ſauroit les diviſer.

Leurs proprietés particulières.

D. Quelles ſont leurs proprietés particulières?

R. Il y en a un très grand nombre que nous connoiſſons, & peut être un plus grand nombre encore dont nous n'avons nulle idée. Parmi celles que nous connoiſſons, on peut compter la Dureté, l'Elaſticité, la Fluïdité, la Solidité, la Tranſparence, l'Opacité, le Son, la Colorabilité, &c.

CHA-

CHAPITRE VIII.

Des Elémens des Corps.

D. QU'eſt-ce que les Elémens des Corps? Elémens des Corps.

R. Ce ſont ces parties inſenſibles dont les grands Corps ſont compoſés.

D. Quels noms leur donne-t-on? Leurs différens noms.

R. On les nomme encore Atomes, Points phyſiques, prémiers Principes, Monades, Semilles; & ceux qui prétendent qu'ils ſont parfaitement ſimples, qu'ils ne ſont compoſés d'aucunes parties, leur donnent auſſi le nom d'Unités.

D. Quelles ſont les proprietés de ces Principes? Leurs proprietés.

R. Ils ſont d'une petiteſſe prodigieuſe, imperceptibles, d'une figure & d'une grandeur conſtantes, indiviſibles, peut-être impénétrables, indiſſolubles, de la dernière ſolidité, de la dernière dureté. Leurs parties, car ils doivent en avoir, ſont ſi adhérentes les unes aux autres, qu'on ne ſauroit jamais les ſéparer. Nous ne connoiſſons point leur nature, nous ne la connoitrons jamais. Nous ne pouvons en rien comprendre, que ce que la Nature nous en fait apercevoir, par les effets conſtans & merveilleux qu'elle produit (*a*).

D. Com-

(*a*) Ce que dit Boerhave ſur les Elémens, les Atomes, ou prémiers Principes des Corps, eſt admirable. Voici comme il en parle dans cette bel-

Preuves de leur existance.

D. Comment prouve-t-on l'existance de ces Élémens ?

R. On

belle Harangue qui a pour titre, *de comparando Certo in Physicis.*

„ Utcunque tamen doctrinam hanc colueris, „ intelliges nihil de indole horum Principiorum, „ nisi quatenus tecta eorum natura revelatur per „ effectus, qui lumine experientiæ in sensus re-„ fulgent, atque docent, esse reveira aliquid „ incogniti, cujus id ingenium, ut tales inde „ mutationes prodire queant. Id ipsum verò „ quale sit, quâ vi eventa hæc efficiat, jam, ut „ ante, ignorabis. Ita plane est, ut in causâ, „ quam hîc indagas, reperias nihil præter id „ quod sensu attingis; ideoque non ex causa ef-„ fectuum, sed ex hoc aliquid illius, subintelli-„ gis. Atomon qui dicit, corpusculum cogitat „ mole exiguâ sensus penitus fugiens, cujus par-„ ticulæ firmo adeo nexu cohærent inter se, ut „ separari a se mutuo per vim quorumcunque „ corporum renuant. Erunt ergo constantis figu-„ ræ & mensuræ Elementa. Sed, obsecro, quâ-„ nam ratione corpuscula hæc adesse cognovisti. „ Si intelligentiam tuam excutis, si explicas „ hanc, si candidus deinde respondes, sola per „ experimenta physica hæc tibi nota evasisse affir-„ mabis. Animadvertenti scilicet in novas per-„ petuo formas corpora mutari, quæ resoluta „ iterum in antiquum denuo ruant chaos, dum „ interim per tot millia annorum constans fere „ tibi perstat Universi fabrica, facile fuit cernere „ in Elementis fines, quos corporum potentia „ transilire nequeat. Esse ergo quædam non mu-„ tabilia, quæ adunata novi quid creare videan-„ tur mire variatâ specie, ita tamen ut, si com-„ pages rursum laxatur, revolvantur in simplicia, „ & tunc mutari porro nequeant. Nasci ergo de „ novo nihil, renasci omnia. Mutari composi-„ ta, neque interim Elementa dissolvi Quid „ itaque cognoscis in Atomo? nihil præter id, „ quod sensu assequeris. Individuam vocabis? „ sed hanc ejus proprietatem non rationis te sub-„ tilis contemplatio, verum observata in rebus

ne-

R. On prouve la néceſſité de leur existance par cette conſidération, que les différentes Eſpèces des Corps animés ou inanimés ſont toujours invariablement les mêmes, & qu'il ne s'en forme point de nouvelles. Un Homme eſt toujours un Homme, un Chêne eſt toujours un Chêne. Ces Eſpèces ne ſeroient pas toujours les mêmes, ſi Dieu n'avoit formé des Etres primitifs & inaltérables qui en ſont les Elémens.

D. L'expérience ne prouve-t-elle pas auſſi la même choſe?

Expériences qui prouvent cette existance.

R. Toutes les recherches, faites par le plus habile Chymiſte (*a*) de ce Siècle, ſur le Feu, ſur l'Air, ſur l'Eau, ſur la Terre, & ſur les Diſſolvans que la Chymie emploie, le condui-

„ neceſſitas, docuit. Quæ vero cauſa porro ſit,
„ quâ particulæ ejus tibi prorſus incognitæ coi-
„ verint in unum, arcte cohæreant, molis deter-
„ minatæ ſint, figuris ornentur variis, diſcrepent
„ inter ſe, ut te fatigaveris quærendo, nunquam
„ inveſtigabis. Agnoſcis hanc extenſam? id
„ vero Inani commune habet. Agnoſcis non
„ penetrabilem? Quî vero ſcis? an quia extenſa?
„ tum autem & vacuum, per quod libera ducit
„ veſtigia Atomos, nihil tranſmitteret. Quare
„ manifeſto patet non aliunde hanc in Atomo
„ potentiam reſiſtendi innotuiſſe, quam quia in
„ omni corporum conflictu ſemper obſervatur.
„ Atque ideo omnes has dictas Atomi dotes non
„ perſpexiſti in ſpecie principii quam mente prius
„ gerebas, non ergo in formâ ejus inſignitâ &
„ impreſſâ in animo Philoſophi, ſed inventas in
„ effectus coactus fuiſti aſſignare incognitæ illi
„ cauſæ, unde effecta illa pendere arbitraris. Simulac
„ autem aliud quid præter modo dicta ex-
„ ponere inde conaris, næ facies tanto conatu
„ intelligendo nihil ut intelligas.

(*a*) *Boerhave.* Voyez ſa *Chymie.*

duisent par des épreuves sans nombre à reconnoître: 1. qu'il y a plusieurs Corps élémentaires d'une simplicité parfaite, ou d'une simplicité telle, qu'on ne peut ni en desunir, ni en assigner les Principes; 2. qu'outre les quatre Elémens connus, le Sel est encore de la même simplicité dans sa nature primitive, & ne varie ses effets toujours surprenans, que par ses associations à d'autres natures & à différentes bases; 3. que les Métaux, le Vif-argent y compris, sont d'une égale simplicité, entierement différens entre eux, & absolument différens de tous les autres Corps; 4. qu'on ne sauroit, par la transmutation des parties, former un Métal avec une matière qui n'est point métallique; 5. que tels sont les Corps dans un grand volume, tels on les retrouve dans la plus petite parcelle; 6. que ceux d'entre les Corps élémentaires, qui ont le plus d'action & de force, comme l'Air, le Sel & le Feu, même le plus terrible, n'agissent que sur la surface des autres Elémens, & ne peuvent que les desunir ou les assembler, mais non les entamer & les changer; 7. que toutes les impulsions & les attractions, s'il y a des attractions, peuvent mêlanger les natures élémentaires, les varier par ces mêlanges, les amalgamer, les diviser, les amincir jusqu'à les rendre insensibles; mais que toutes les natures simples, comme les Chaux d'Or, d'Etain, & des autres Métaux, l'Eau, la Terre, *&c.* demeurent indestructibles & inébranlables à quelque action que ce soit de ce qui est créé. D'où il suit que la Chymie, qui emploie des Agens naturels, & qui ne peut aller plus loin que la force de ces Agens

ne

ne le permet, eſt bornée à unir ou à décompoſer des natures faites; mais qu'elle ne peut détruire ce qui eſt, ni le changer en ce qu'il n'eſt point, ni produire un grain d'une nature nouvelle. Il y a donc des Elémens pour chaque eſpèce de Corps, & ces Elémens ſont indeſtructibles.

CHAPITRE IX.

De la Diviſibilité de la Matière.

D. QU'eſt-ce que la diviſibilité de la Matière? Diviſibilité de la Matière.

R. C'eſt une proprieté des Corps par laquelle ils peuvent être diviſés ou réduits en parties, ſoit actuellement, ou ſeulement par la penſée.

D. Juſqu'où peut aller la diviſibilité de la Matière? Difficulté d'en fixer les bornes.

R. On ne ſauroit en fixer les bornes. Quelque diviſé que ſoit un Corps, on le conçoit toujours comme diviſible; l'eſprit y trouve toujours quelque choſe qui regarde l'Orient, & quelque choſe qui regarde l'Occident, & ce qui regarde l'Occident n'eſt point ce qui regarde l'Orient. Dans la moindre de toutes les particules on imagine encore deux moitiés: les ſurfaces qui la renferment, quoiqu'infiniment raprochées, ne ſe confondent jamais; & on peut toujours dire la même choſe à chaque nouvelle diviſion qu'on veut feindre.

D. Eſt-elle donc diviſible à l'infini? Si la Matière eſt diviſible à l'infini.

R. Il eſt évident que, s'il s'agit d'une

divi-

division idéale, on peut répondre par l'affirmative; mais c'est une autre question de savoir si la Nature est effectivement aussi féconde que notre imagination.

Si les Elémens peuvent être divisés.

D. Croyez-vous que les Elémens des Corps, dont nous avons parlé dans le Chapitre précédent, puissent être divisés?

R. Cela ne s'accorde nullement avec la nature de ces Elémens. Suivant la description qu'en donnent quelques Philosophes, on doit les considérer comme parfaitement simples, sans parties constituantes, en un mot comme des Unités. Or, disent-ils, il ne peut y avoir de division sans multiplicité de parties, puisque par la division on sépare l'un d'avec l'autre, & qu'on écarte deux Unités. N'y ayant donc point de division sans multiplicité de parties, les Elémens des Corps ou Atomes ne sauroient être divisés, puisqu'ils n'ont point de parties. Le résultat des expériences, raporté dans le Chapitre précédent, tend encore à prouver que les Corps ne sauroient être divisés que jusqu'à un certain point. Si les Elémens pouvoient être divisés à l'infini, nous ne verrions pas naitre toujours les mêmes Espèces, tant parmi les Animaux, que parmi les Végétaux.

Voila ce que pensent sur cet article quelques Philosophes. Mais s'il n'y a dans la Nature aucune force capable de diviser les Elémens, on conçoit cependant qu'ils peuvent être divisés, & même à l'infini, puisque, quelque simples qu'ils soient, ils ont toujours des parties, & ces parties sont composées d'autres parties, que l'on conçoit divisibles à l'infini, desorte qu'il ne sauroit y avoir d'Unités proprement dites.

D. La

D. La divisibilité n'a donc lieu que dans les grands Corps, dans les Corps composés, & qui ne sont point des Elémens ?

Inconvénient qui résulteroit de leur division.

R. Cela paroit démontré. Si les Elémens pouvoient être divisés par les forces de la Nature, les Espèces périroient, les formes des Corps changeroient, tout retomberoit dans le cahos & la confusion.

D. N'y a-t-il pas des observations qui font voir la prodigieuse divisibilité des Corps ?

Exemples de la prodigieuse divisibilité des Corps.

R. Il y en a un grand nombre; mais je me contenterai d'en raporter quelques-unes. Mr. Rohault a trouvé par le calcul, dans un pied cubique d'or, 21584 onces; dans chaque once plus de quatre millions de lignes. Dans chaque ligne combien l'esprit ne verroit-il pas encore de points ou de particules plus minces? Suivant Mr. de Réaumur, célèbre Académicien, un Cilindre d'argent de 45 marcs, & qui n'a que 22 pouces de long, en aquiert par la filière environ 13963240. Qu'on imagine le nombre des particules insensibles d'une si petite étendue! Mais ce n'est pas encore tout. Cette once seule de feuilles d'or appliquées sur le Cilindre d'argent, se retire en fil d'or par la filière, & s'allonge assez sur l'argent pour égaler la longueur de 100 lieues, & attacher Lyon avec Paris par une espèce de chaine d'or. L'art peut l'allonger jusqu'à la longueur de 120 lieues de 2000 toises chacune.

D. Ces faits sont curieux, y en a-t-il d'autres qui les confirment?

Autres exemples.

R. On dit qu'à Augsbourg, un habile Tireur d'or fit de ce Métal un fils, qui avoit 500 pieds de long, & qui pesoit un grain ; on auroit pu, par conséquent, le divi-

divifer encore en 3600000 parties vifibles. Boyle, Philofophe Anglois, nous apprend qu'une feuille d'or, qui auroit 50 pouces en quarré, ne feroit que de la pefanteur d'un grain; par conféquent chaque pouce quarré ne doit pefer que la $\frac{1}{50}$ partie d'un grain: Un pouce cubique d'or pefe $12\frac{1}{2}$ onces, ou 6000 grains: fi donc 6000 grains font l'épaiffeur d'un pouce, la $\frac{1}{50}$ partie d'un grain fera la $\frac{1}{300000}$ partie d'un pouce; car, felon la Règle de Trois 6000, 1 :: $\frac{1}{50}$, $\frac{1}{300000}$. Ainfi 300000 de ces petites feuilles entaffées les unes fur les autres feront l'épaiffeur d'un pouce, d'où il paroît encore combien cet or peut devenir mince par l'écartement des parties fous les coups de marteau.

Voici une autre remarque touchant ces mêmes feuilles d'or. Suppofez que l'on puiffe divifer la longueur d'un pouce en 600 parties vifibles, ce qui eft effectivement poffible, on pourra divifer une feuille d'un pouce quarré en 600 petits fils vifibles, & chacun de ces petits fils en 600 parties vifibles, qui feront par conféquent quarrés, d'où il fuit que chaque pouce quarré eft divifible en 360000; cinquante pouces femblables pefent un grain, ainfi un grain d'or pourra être divifé en 18000000 parties vifibles.

Il paroit par une expérience faite par Mr. Boyle, qu'un grain de cuivre diffous dans de l'efprit de Sel Ammoniac, & mêlé enfuite avec de l'eau, peut être divifé en 2278800000 petites parties vifibles.

Petiteffe de certains Animaux. Le fameux Leuwenhock a vu dans de l'eau, où l'on avoit jetté du Poivre, trois

fortes

ſortes de petits Animaux qui y nageoient. Le plus petit de ces Animaux, mis en parallèle avec un grain de ſable, étoit comme 1 eſt à 1000000000. Mr. de Malézieu a vu au Microſcope, des Animaux vivans 27 millions de fois plus petits qu'une Mite. Il aperçut au travers de leur peau tranſparente des viſcères, des œufs, des figures de Fœtus ou de Petits, une eſpèce de ſang qui circuloit par des mouvemens contraires.

Ces Animaux, 27 millions de fois plus petits que les plus petits des Animaux ſenſibles, ont donc dans leur petiteſſe presque infinie, des yeux, des pieds, des inteſtins, des veines, des artères, un cœur, du ſang. Les particules de leur ſang les plus déliées ſont apparemment à leur corps, comme les particules de notre ſang les plus déliées, qu'on appelle eſprits animaux, ſont à notre corps. Les particules de notre ſang les plus déliées ſont preſque infiniment plus petites que notre corps; donc les particules les plus déliées dans ces Etres animés ſont preſque infiniment plus petites que leur corps, qui eſt 27 millions de fois plus petit qu'une Mite. L'imagination ſe perd dans la petiteſſe énorme de ces parcelles.

Calcul de Mr. 's Graveſande, qui prouve la ſubtilité prodigieuſe des particules de la Matière.

Pour donner une juſte idée de la ſubtilité prodigieuſe des particules de la Matière, un célèbre Mathématicien a fait le calcul ſuivant (*a*).

Huit grains d'Or ſuffiſent pour dorer un Lingot d'Argent d'une once, dont on fait enſuite un Fil d'or de la longueur de

treize

(*a*) Mr. 's Graveſande, *Elémens de Phyſique* Tom. I. Liv. I. Chap. IV. page 15.

treize mille pieds. Le poids de cet Or eſt $\frac{1}{60}$ du poids de l'Argent qu'il ſert à dorer. Le volume de l'Or eſt au volume de l'Argent, quand les poids ſont égaux, comme 10 à 19; donc le volume de l'Or, dont on ſe ſert pour couvrir l'Argent, eſt au volume de l'Argent qui en eſt couvert, comme 1 à 114, car 10. 19 :: 60, 114. Un pied cubique d'Eau pèſe $63\frac{1}{2}$ livres, & l'Argent eſt dix foix plus peſant; ainſi le poids d'un pied cubique d'Argent eſt de 635 livres. Le Cube eſt au Cylindre, de même hauteur & de même diamètre, environ comme 14 à 11; donc le poids d'un pied cylindrique d'Argent eſt de 499 livres, ou de 7984 onces. D'une once on fait un Fil de 14000 pieds, & par conſéquent en multipliant 14000 par 7984, un pied cylindrique d'Argent contient un Fil de 111776000 pieds.

Les ſuperficies des Cercles ſont comme les quarrés de leurs diamètres, & par cela même le quarré du diamètre du Fil eſt au quarré d'un pied comme 1 à 111776000; or comme les racines de ces nombres ſont 1 & 10572, les diamètres dont il s'agit, ont auſſi entre eux la même raiſon: ainſi le diamètre d'un Fil eſt $\frac{1}{10572}$ de pied, ou $\frac{1}{881}$ de pouce. L'Or dont on couvre l'Argent, en augmentant le volume de $\frac{1}{114}$, c'eſt-à-dire que la ſection circulaire du Fil eſt augmentée de cette quantité, ce qui ſe fera, ſi l'on entoure le Fil d'une lame, dont l'épaiſſeur ſoit la quatrième partie de $\frac{1}{114}$ du diamètre; la circonférence multipliée par

par le quart du diamètre donnant l'aire du Cercle.

L'épaiſſeur de l'Or eſt donc $\frac{1}{456}$ du diamètre du Fil, lequel diamètre eſt $\frac{1}{881}$ de pouce: d'où il ſuit que l'épaiſſeur de l'Or n'eſt que $\frac{1}{401736}$ de pouce. Pour que ces Fils ſi minces puiſſent enveloper des Fils de ſoie, on les aplatit, ce qui rend leur ſuperficie au moins trois fois plus grande, & diminue en même raiſon l'épaiſſeur de l'Or, laquelle n'eſt plus alors que de $\frac{1}{1205208}$. Le Fil n'eſt pas également doré dans tous ſes points, & l'Or n'a peut-être dans quelques endroits que la moitié de l'épaiſſeur qu'on vient de déterminer, c'eſt-pourquoi on peut, ſans courir riſque de ſe tromper, fixer la moindre épaiſſeur à $\frac{1}{2000000}$ de pouce, c'eſt-à-dire, à la millième partie d'un pouce, diviſée en deux mille parties.

Une pareille diviſion de l'Or exiſte actuellement; & par conſéquent des particules, ſéparées par le ſecours de l'art, n'ont pas un plus grand diamètre, & ſont dans une ſphère d'Or d'un pouce de diamètre au nombre de 8. 000. 000. 000. 000. 000. 000; & dans un petit grain de ſable, dont le diamètre égale la centième partie d'un pouce, au nombre de 8. 000. 000. 000. 000. Ainſi une particule eſt au grain de ſable, comme ce grain eſt à un globe dont le diamètre auroit plus de 16 pieds, & ce globe ne contiendroit pas une plus grande quantité de ces petits grains de ſable, que chacun de ces grains ne contient de particules. Or le

le globe en question contient 4096 globes d'un pied.

Expériences de Boyle qui prouvent cette même subtilité.

Outre les expériences de Boyle que nous avons citées ci-dessus, en voici encore quelques autres de ce même Philosophe qui absorbent en quelque sorte l'imagination.

Il a calculé que la grandeur d'une particule d'*Assa fœtida* ne faisoit que $\frac{38}{1000000000000000000}$ parties d'un pouce cubique.

Il a fait voir qu'un de ces petits globules de sang, qui circulent dans les veines de très petits Animaux, ne surpasse pas en grosseur $\frac{8}{100000000000000000000000000000000}$ parties d'un pouce cubique.

Il a démontré qu'un grain de sable contiendra 125000000000000000000000000 de ces petits globules de sang, c'est-à-dire, 10256 fois plus que la plus haute montagne qui soit sur la terre ne contient de grains de sable.

Il a fait voir enfin que la plus petite particule de matière est capable de remplir le plus grand espace, tel qu'est, par exemple, celui de l'Orbe de Saturne; desorte qu'il ne s'y trouvera point de pore, dont le diamètre excède la 100000000000 partie d'un pouce.

Expérience par laquelle on prétend prouver la divisibilité de la Matière à l'infini.

D. On fait voir à la vérité par ces observations que la Matière peut être divisée en des parties insensibles d'une subtilité prodigieuse; mais prouve-t-on qu'elle soit divisible à l'infini, ensorte qu'on ne puisse concevoir dans son étendue aucune partie si petite qu'il n'y en ait une plus petite encore?

R. Voici une expérience par laquelle on prétend

prétend démontrer cette diviſibilité (*a*). Que les lignes AE & FG, peu éloignées l'une de l'autre, ſoient toutes deux perpendiculaires à la ligne BD; que des centres C, C, C, &c. à la diſtance A, on décrive des cercles qui coupent la ligne FG aux points *i*, *i*, &c.; plus le rayon AC ſera grand, plus la partie *i*F deviendra petite: or ce rayon peut être augmenté à l'infini, & la partie *i*F diminuée de même, ſans que pourtant cette partie puiſſe devenir égale à rien, à cauſe que le cercle ne peut jamais ſe confondre avec la ligne droite BF. Des parties de grandeur quelconque peuvent donc être diviſées à l'infini, ſans qu'il y ait jamais aucune fin à la diviſion.

Planche I. Fig. 5.

D. Ne ſuit-il pas de la diviſibilité du Corps, que la plus petite particule de matière pourroit remplir un eſpace quelconque fini, quelque grand qu'il puiſſe être?

Si la plus petite particule peut remplir un eſpace quelconque fini.

R. Il n'y a aucun lieu d'en douter. Cette particule peut même remplir l'eſpace en queſtion de telle manière, qu'il ne s'y trouvera aucun pore dont le diamètre ſurpaſſe la moindre petite ligne donnée. Pour le démontrer, il faut concevoir l'eſpace qui doit être rempli, diviſé en cellules cubiques, dont les côtés ſoient égaux à la petite ligne qui doit ſervir de diamètre aux pores, ou moindres que cette ligne: le nombre des cellules ſera fini, & la particule pourra être diviſée en autant de petites parties qu'il

(*a*) 's Graveſande, *Elémens de Phyſique*, Tom. I. Liv. I. Chap. IV. pag. 7.

qu'il y a de cellules, de manière que chacune ait la ſienne: il faut concevoir, outre cela, que de chacune de ces parties ait été formé un globe creux. A cauſe de la diviſibilité de la Matière, tout globe creux peut toujours s'étendre, en diminuant l'épaiſſeur de la Matière dont il eſt formé: or comme dans chaque cellule il y a un pareil globe, ils pourront tous s'étendre jusqu'à ce qu'ils ſe touchent, & qu'ils rempliſſent auſſi tous enſemble l'Eſpace donné.

Si l'Infini peut être contenu dans le Fini.

D. Mais s'il eſt vrai que la Matière ſoit diviſible à l'infini, ne s'enſuivra-t-il pas delà que l'Infini peut être contenu dans le Fini, que tous les Corps ſont égaux, ou qu'il y a des Infinis de différente grandeur?

R. On ne doit pas attribuer à l'Infini, conſidéré en général, les propriétés d'une quantité déterminée. Si l'on appelle Infini toute quantité qui ne ſauroit être ſurpaſſée par une quantité du même genre, on a raiſon de dire, eu égard à cette définition, que la Matière n'eſt pas diviſible à l'infini. Mais ceux qui admettent la diviſibilité de la Matière à l'infini, donnent le nom d'Infini à tout ce dont la grandeur, quelle qu'elle ſoit, peut être déterminée; & ce qu'ils ſoutiennent c'eſt que le Corps ne peut être diviſé en un nombre de parties qui ſoit le plus grand de tous, & que la diviſion n'a point de bornes. Or les Mathématiciens démontrent, que dans une quantité finie il y a un nombre de parties plus grand que tout nombre fini. Qui ne voit, par exemple, que cette progreſſion $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{8}$, $\frac{1}{16}$ &c. peut être continué à l'infini, ou, ce qui revient au même, qu'il n'y

n'y a point de terme aſſignable qui puiſſe la borner?

Comme on n'a point d'idée de l'Infini, on ne ſauroit concevoir les vérités qu'on démontre à cet égard. Mais doit-on révoquer en doute des conſéquences déduites immédiatement de principes certains, & refuſer à ces conſéquences le droit de ſervir de principes à leur tour? On démontre, au ſujet de la diviſibilité de la Matière, un grand nombre de choſes qui paſſent la portée de notre eſprit, & dont celles qui ont raport à la Courbe, connue ſous le nom de Spirale Logarithmique, ſont des plus remarquables. Une des proprietés de cette Courbe eſt, que tous les angles qu'elle forme avec les lignes tirées de ſon centre à quelqu'un de ſes points, ſont égaux entre eux. Mais nous renvoyons ſur cela aux Mathématiques.

Tous les Infinis ne ſont pas égaux.

Il eſt auſſi démontré que tous les Infinis ne ſont pas égaux. Une ligne qui part d'un point ne peut-elle pas être prolongée à l'infini, & cette ligne n'eſt-elle pas réellement infinie? Cependant elle eſt moindre qu'une ligne qui s'étend à l'infini de deux côtés oppoſés; & cette dernière eſt ſurpaſſée par la ſomme des deux. Une ligne infinie contient un nombre infini de pieds, & un nombre de pouces douze fois plus grand. Mais ce qu'on démontre de plus paradoxe au ſujet de l'Infini, & qui eſt au-deſſus de notre portée, c'eſt ce qui regarde les différentes claſſes d'Infinis. On peut conſulter ſur cette matière Mr. de Fontenelle (a).

D. Peut-

(a) Dans ſes *Elémens de la Géométrie de l'Infini.*

Aucun fait tiré de la Physique ne prouve la divisibilité de la Matière à l'infini.

D. Peut-on faire voir par des faits tirés de la Physique, la divisibilité de la Matière à l'infini ?

R. La chose est impossible. L'Infini ne se voit pas, il ne se compte pas, on ne sauroit même le concevoir. La raison dicte qu'il y a des Infinis, qu'il s'en trouve de différentes sortes, mais elle ne les comprend pas, elle est absorbée & perdue lorsqu'elle veut y atteindre.

Faits qui prouvent l'étonnante subtilité des parties des Corps.

D. A-t-on des faits sensibles qui prouvent la prodigieuse divisibilité des Corps & l'étonnante subtilité de leurs parties ?

R. Il suffit d'en appeller à l'expérience ; & nous allons faire connoître cette vérité par des faits capables d'exciter l'attention d'un Esprit curieux & qui cherche à s'instruire.

Planche I. Fig. 9.

Prémière Expérience. Qu'on mette sur trois petits clous une pièce mince de monnoie, *a*, de cuivre, d'argent, ou d'or, & qu'on allume dessous, *b*, & dessus, *c*, de la Fleur de Soufre ; cette pièce se séparera en deux selon son plan & souvent même l'une des deux parties, plus mince & plus cassante, laissera encore l'autre assez bien marquée pour ne paroître pas sensiblement diminuée.

Dans cette expérience la partie la plus subtile du Soufre, qui se dévelope en brulant, & qui s'insinue de part & d'autre entre les parties du métal dilaté par le feu, forme dans l'intérieur de la pièce, & selon son plan, une couche de matière étrangère au métal, qui cause la division, & qu'on aperçoit quand les parties sont séparées.

Fig. 10.

Seconde Expérience. Dans un Verre à boire A on met des petites feuilles de cuivre ; dans

dans un autre Verre ſemblable B on met un peu de limaille de Fer ou d'Acier; on verſe dans l'un & dans l'autre une demi-once d'Eau-forte. Dans le prémier Vaiſſeau A il ſe fait un petit bouillonnement: le métal paroit agité; ſon volume diminue en apparence; la liqueur s'échaufe; elle prend une couleur verte; les feuilles disparoiſſent enfin; & l'on aperçoit une vapeur qui s'élève au-deſſus du Verre. Dans l'autre Vaſe B on remarque des effets à peu-près ſemblables, mais plus promts, plus violens, & la couleur aproche du rouge. Planche I. Fig. 10.

Les parties de l'Eau-forte, qu'on peut conſidérer comme autant de petits tranchans ou de petites pointes fort aigues, ſont portées entre les parties du cuivre & du fer par une force dont la connoiſſance partage encore les Phyſiciens. Chaque petite maſſe, pénétrée de toutes parts, diſparoit peu à peu par la diviſion de ſes parties, qui nagent indépendamment l'une de l'autre dans la liqueur qui les a deſunies, & qui par leur mêlange paroit ſous une couleur qu'elle n'avoit pas avant l'opération. La chaleur qui naît pendant la diſſolution, eſt une ſuite naturelle du mouvement des parties & de l'action d'une matière ſur l'autre: comme auſſi la vapeur qui s'élève ſenſiblement, eſt un effet de la chaleur augmentée.

Dans le Verre B l'opération ſe fait avec plus de promptitude & plus de violence, parce que l'Eau-forte a plus lieu d'exercer ſon action ſur le Fer réduit en limailles, que ſur le Cuivre qu'on a laiſſé en feuilles; elle agit d'autant plus, qu'elle eſt appli-

quée en même tems à plus de surface: or les quantités de matières étant égales, celle là présente plus de superficie, qui est plus divisée. On peut dire aussi que le Cuivre, à volume égal, est plus pesant que le Fer; il y a donc plus de vuide dans le dernier de ces deux métaux, & par conséquent plus d'accès à l'Eau-forte, toutes choses étant égales d'ailleurs.

L'Eau commune fait à l'égard d'un grand nombre de Corps, ce que l'Eau forte opére sur les métaux; elle divise les terres, les sels, les sucs des plantes, elle se charge de leurs parties divisées, & elle les tient séparées, tant qu'elle est en quantité suffisante pour empêcher qu'elles ne se rejoignent. Ces sortes de dissolutions ne décomposent point les Corps, elles ne font rien autre chose que diviser leurs masses, & rendre indépendantes les unes des autres leurs molécules ainsi desunies. Les infusions ne sont que des dissolutions ordinairement plus lentes, avec cette différence, qu'au-lieu de faire disparoître toute la masse, elles en détachent seulement une certaine portion; elles deviennent bien plus promptes & plus chargées avec l'eau chaude; la chaleur augmente la liquidité de l'eau, & la rend plus pénétrante; elle dilate les solides qu'on y plonge, & les rend plus pénétrables.

Planche I. Fig. 10. *Troisième Expérience.* Au fond d'un grand Vase de cristal C, on délaie le poids d'un grain de Carmin, & l'on remplit d'eau bien nette le Vase, qui tient dix Pintes de Paris. La couleur s'étend de maniére, que tout le volume d'eau en paroit sensiblement teint. Le Carmin est une fécule, ou une espè-

eſpèce de lie très fine, que l'on tire par infuſion de la Cochenille, & de quelques matières végétales; les parties qui ont déja été diviſées par la préparation qu'on en a faite, cèdent fort aiſément à l'action de l'eau, qui les pénètre & qui les étend; de manière qu'elles ſe partagent proportionnellement à toute la maſſe du fluïde.

La matière eſt extrêmement diviſée dans cette expérience. Pour s'en former une idée, il ſuffit de connoître le raport du poids d'un grain à celui de dix livres, qui eſt comme celui de l'unité à quatre-vingt-douze mille cent ſoixante. Mais une quantité d'eau peſant un grain, ſe préſente encore ſous un volume bien ſenſible, qui, pour être coloré uniformément, doit contenir pluſieurs particules de Carmin: quand on n'y en ſuppoſeroit que dix, le produit qu'on vient de citer, ſe trouveroit augmenté encore de dix fois ſa valeur; ce qui fera neuf-cent vingt-un mille ſix cent parties ſenſibles dans un volume qui étoit bien peu conſidérable avant que d'être étendu dans l'eau.

C'eſt par des particules de matières ainſi diviſées & étendues dans quelques liquides, que les Peintres & les Teinturiers donnent aux ſurfaces des Corps certaines couleurs qu'elles n'ont pas naturellement. Celles qui ſont peintes, toujours cachées ſous l'enduit dont on les couvre, ne ſont plus viſibles par elles-mêmes, mais par les couches dont le Peintre les a revêtues. Il n'en eſt pas de même de celles que l'on fait teindre; on les prépare pour l'ordinaire dans un bain qui, par la chaleur, & par l'action de certains Sels, dilate les pores, &

creuſe une infinité de petites cellules propres à recevoir enſuite les parties colorantes. C'eſt principalement cette préparation qui rend les teintures durables, & qui empêche que les matières teintes ne ſe décolorent quand on les lave.

Planche I. Fig. 11.

Quatrième Expérience. La figure de cette Expérience repréſente une petite Caſſolette de verre, *a*, en partie pleine d'une liqueur odorante, comme de l'eau de fleurs d'Orange, ou de l'eſprit de Vin chargé de Lavande, & poſée ſur une petite Lampe allumée. Quand la liqueur commence à bouillir, il ſort par le bec de la Caſſolette une vapeur fort abondante, *b*, qui ſe répand dans toute la chambre, & qui s'y fait ſentir d'une extrémité à l'autre, ſans cependant qu'il paroiſſe une diminution ſenſible dans le volume de la liqueur, lorsque l'expérience ceſſe après deux ou trois minutes.

La vapeur qui porte ſon odeur dans toute la chambre, n'eſt rien autre choſe que la partie la plus évaporable de la liqueur, que le feu a ſéparée de la maſſe, & qu'il a extrêmement diviſée. Ces petits Corps, nonobſtant le peu de diminution qu'ils cauſent au volume qu'ils ont quitté, ſe trouvent en aſſez grand nombre pour ſe répandre également, & ſe faire ſentir dans un très grand eſpace.

Veut-on connoître ce nombre prodigieux de particules odorantes, & ſe repréſenter d'une manière plus préciſe la diviſion ſurprenante qu'a dû ſouffrir la petite quantité de liqueur évaporée; il ſuffit de la comparer au volume d'air contenu dans une chambre qui peut avoir 12 pieds en quarré

quarré ſur 10 de hauteur. Quand ce peu de liqueur dont il s'agit, égaleroit deux lignes cubiques avant l'expérience, & qu'après l'évaporation il ne ſe trouvât que 4 particules dans chaque ligne cubique d'air; que de millions de parties n'apercevra-t-on pas par cette comparaiſon, & par ce calcul qu'on peut faire facilement! Mais ces millions de parties, de combien ne feront-ils pas encore augmentés, ſi l'on fait attention que ce qui fait ici l'odeur ſenſiblement répandue, n'eſt que la moindre partie de ce qui s'eſt évaporée! Car dans une liqueur, ou dans une vapeur odorante, on doit diſtinguer les parties propres du liquide de celles dont il eſt parfumé.

Combien de particules odorantes ne ſe trouve pas dans un grain d'Encens, qui étant brulé ſe fait ſentir dans toute l'étendue d'une grande Salle. Un grain de Muſc, ſans presque rien perdre de ſa ſubſtance, exhale des années entières une odeur très forte. Boyle dit qu'il avoit une paire de Gands d'Eſpagne, qui depuis 29 ans parfumoient tout ce qu'ils touchoient.

D. Que doit-on conclure de toutes ces obſervations?

Ce qu'on doit conclure de ces obſervations.

R. Que tous les Corps que nous connoiſſons, ou qui tombent ſous nos ſens, ne ſont que des aſſemblages formés pas le concours de pluſieurs maſſes plus petites; qu'ils ſe diviſent par une diviſion actuelle en des parties ſenſibles & inſenſibles d'une manière ſi prodigieuſe, que cela ſurpaſſe notre intelligence & les forces de notre imagination.

A l'égard de la fameuſe queſtion, ſi la Matière eſt diviſible à l'infini, on peut y répon-

Opinion raiſonnable ſur la

question de la divisibilité de la Matière à l'infini.

répondre par l'affirmative, s'il ne s'agit que d'une divisibilité purement idéale ou imaginaire, puisque tout se réduit à savoir si l'on conçoit toujours comme divisible un corps, quelque divisé qu'il puisse être. Dans la plus petite particule, dans ce qu'on nomme un Atome, on conçoit toujours deux moitiés; différens côtés, un orient, un couchant, un midi, un septentrion, un centre, des surfaces qui le renferment, & qui quoiqu'infiniment raprochées, ne sauroient cependant jamais se confondre; desorte qu'on peut toujours dire la même chose à chaque division qu'on voudroit feindre.

La divisibilité idéale est sans bornes.

Cette divisibilité idéale n'a donc point de bornes; & si l'Art & la Nature s'entendoient pour exécuter tout ce que nous pouvons imaginer à cet égard, on pourroit trouver dans l'aîle de la plus petite mouche un nombre de parties qui égaleroit celui des grains de sable qui se rencontrent sur les bords de tout l'Océan. C'est ce que nous avons démontré ci-dessus par des argumens auxquels il n'y a rien de solide à répondre.

Si la Nature peut exécuter ce que notre imagination se représente.

Mais, dira-t-on, notre imagination va bien loin; la Nature exécute-t-elle, ou peut-elle même exécuter ce que nous nous représentons comme possible? Ces petites portions l'Etendue, qui se touchent sans se confondre, pour être réellement distinguées l'une de l'autre, sont-elles pour cela actuellement divisibles? Ont-elles jamais existé, ou est-il même de leur nature de pouvoir exister séparément l'une de l'autre?

Si les Elémens sont insécables.

Il y a lieu de croire que les Elémens du feu, les Germes ou Principes primordiaux des Corps sont insécables, non de leur na-

ture,

ture, mais parce que Dieu, pour conserver les Espèces & ne pas déranger l'économie de ce Monde, n'a pas voulu qu'aucune force de la Nature pût les diviser.

CHAPITRE X.

De l'Etendue, de la Solidité, & de l'Impénétrabilité des Corps.

D. QU'est ce que l'Etendue?

R. Quelques Philosophes prétendent que l'Etendue en général est une propriété universelle qui convient à tout Etre existant, non pas à la vérité de la même manière, mais à raison de la nature de leurs substances, puisqu'elle n'est rien en soi de distinct de la réalité de leurs substances.

Ce que c'est que l'Etendue.

Ces Philosophes regardent l'Etendue comme un attribut si essentiel à tout Etre, qu'on ne peut concevoir l'existance d'aucun Etre sans une étendue convenable à son existance, c'est-à-dire, à la nature de son être ou de sa substance. Dieu, disent-ils, l'Auteur de la Nature, a son immensité, qui est l'étendue de l'Etre infiniment existant. L'Esprit de l'Homme, tout autre Esprit, a une étendue quelconque conforme à la nature de sa substance. Dès qu'on suppose l'existance d'un Esprit, on suppose qu'il est quelque part, s'il est quelque part, il occupe donc un lieu, puisque s'il n'occupoit aucun lieu il n'existeroit nulle part.

Si l'Etendue est essentielle à tout Etre, à Dieu, à l'Esprit.

Les Atomes ont de l'Etendue.

Suivant cette idée, les Atomes, les parties insécables, indivisibles, s'il y en a, sont réellement étendues, quisqu'elles existent réellement entant qu'Etres solides, qu'elles existent où elles sont, & qu'elles y sont bornées par tout ce qui les environne.

Idée plus precise de l'Etendue de la Matière.

Quelques-uns de ceux qui regardent la Matière comme composée de parties toujours divisibles, & même à l'infini, disent que l'Etendue de la Matière est la quantité de masse ou de grosseur de chaque Corps.

Ce que c'est que la Grandeur des Corps.

Delà suit la doctrine de la grandeur & de la dimension des Corps. Leur grandeur c'est leur grosseur ou leur masse, c'est la quantité d'espace qu'ils occupent. On détermine la grandeur des Corps par la quantité de leur dimention, laquelle n'est autre chose que leur étendue en longueur, largeur, & profondeur, qui sont les bornes par lesquelles la substance de tous les Corps se touve terminée.

L'idée de l'Etendue toujours présente à l'esprit.

L'idée de l'Etendue est presque toujours présente à notre Ame; elle est si simple, qu'on ne sauroit guère l'expliquer.

Point de Corps ni d'Espace sans étendue.

Tout Corps est étendu. Otez l'Etendue des Corps, vous les détruisez, vous n'en avez aucune idée. Cependant tout ce qui est étendu n'est point Corps, puisqu'on conçoit de l'étendue dans le Vuide ou l'Espace pur, qui est proprement le lieu des Corps, le vase qui les contient.

Solidité des Corps.

D. Quelle est cette proprieté des Corps à laquelle on donne le nom de Solidité?

R. On appelle Corps solide, celui dont les parties sont si bien unies ensemble, qu'elles ne laissent entre elles aucun Vuide.

Tout

Tout Corps ſolide fait réſiſtance; il exclut du lieu qu'il occupe tout autre Corps ſolide. La Solidité n'appartient pas moins aux Corps fluïdes qu'aux Corps les plus durs, puiſque nous voyons que l'Air dans une Seringue exactement fermée réſiſte eſſez au piſton, pour qu'aucune force ne puiſſe pouſſer ce piſton juſqu'au fond de la Seringue.

D. Qu'eſt-ce que l'Impénétrabilité?

Leur Impénétrabilité.

R. C'eſt cette proprieté d'un Corps ſi ſolide, que rien ne peut le pénétrer ou s'y introduire. Ainſi un Corps parfaitement ſolide eſt un Corps impénétrable. Delà vient que la Solidité eſt appellée Impénétrabilité par quelques Philoſophes.

D. D'où nous vient l'idée de la Solidité des Corps?

D'où vient l'idée de la Solidité.

R. Elle nous vient de la réſiſtance que nous ſentons lorsque nous les touchons.

D. L'idée de l'Etendue donne-t-elle celle de la Solidité?

L'idée de l'Etendue ne donne pas celle de la Solidité.

R. Non; puiſque celui qui n'auroit jamais touché de Corps, pourroit avoir une idée claire de l'Etendue, ſans ſavoir ce que c'eſt que la Solidité.

D. Quelle différence mettez-vous entre le volume d'un Corps, & ſa maſſe corporelle ou ſa propre ſubſtance?

Différence entre le volume d'un Corps & ſa maſſe.

R. Le volume d'un Corps, c'eſt toute ſon étendue; ſa maſſe corporelle, c'eſt ce qu'il a de ſolide. Dans le volume d'un Corps il peut y avoir des interſtices vuides ou des pores; dans ſa maſſe corporelle, tout eſt ſolide, tout fait réſiſtance. Lorſqu'un Corps eſt parfaitement ſolide, la meſure de ſon volume ou de ſa grandeur eſt la meſure de ſa ſubſtance. Mais lorſqu'il

contient des pores il faut fouſtraire ces eſpaces vuides pour avoir la meſure de ſa maſſe.

La Solidité eſt commune & eſſentielle à tous les Corps.

D. La Solidité eſt-elle commune à tous les Corps?

R. Elle leur eſt non ſeulement commune, mais même eſſentielle, & c'eſt-auſſi le ſigne le moins équivoque de leur exiſtance, puiſque nous ne nous aſſurons de leur réalité, que par leur réſiſtance, qui eſt une ſuite de leur ſolidité.

Pourquoi la Solidité échape quelquefois à nos ſens.

D. Pourquoi la Solidité & la réſiſtance de certains Corps fluïdes, de l'Air par exemple, échapent-elles ſi ſouvent à nos ſens ou à notre attention?

R. L'habitude nous a rendus le contact de l'air ſi familier, que nous penſons rarement à ſa réſiſtance, quoiqu'elle ſoit très grande, & qu'elle s'oppoſe ſouvent d'une manière prodigieuſe à nos mouvemens. Si après être ſorti de l'atmoſphère on venoit à y rentrer, on ſentiroit d'abord la réſiſtance de l'Air, comme on ſent celle de l'Eau quand on s'y plonge. D'ailleurs les parties des fluïdes étant preſque indépendantes les unes des autres, elles cèdent au moindre de nos efforts, lors ſur-tout qu'elles ſont en petite quantité, & qu'aucune violence ne les pouſſe contre nous.

Expériences qui prouvent la Solidité & la réſiſtance de l'Air.

D. Y a-t-il des expériences qui prouvent la ſolidité & la réſiſtance de l'Air?

R. Il y en a un grand nombre, mais je me contenterai d'en raporter deux, dont le réſultat ſuffit pour ne pas laiſſer le moindre doute ſur cet article.

Planche I. Fig. 12.

Verſez dans un Vaſe de criſtal cinq ou ſix pintes d'eau bien claire, & mettez flotter ſur la ſurface de l'eau un petit morceau

de

de liège A; descendez ensuite perpendicu- Planche I. Fig. 12.
lairement le Vase B, afin que l'Air qu'il contient ne puisse pas s'échaper. La partie de la surface de l'eau, qui répond à l'ouverture du Vaisseau B, s'abaisse à mesure qu'on le fait descendre; le petit morceau de liège qui flotte dessus rend cet abaissement sensible, & fait voir qu'il n'entre point d'eau dans le Vaisseau B, parce qu'il contient une colonne d'Air qui remplit sa capacité.

Cette expérience fait voir, que la masse fluïde d'Air, contenue dans le Vaisseau B, quoique peu matérielle, est cependant composée de parties réellement solides, qui ne peuvent être déplacées par un autre Corps, à moins qu'on ne leur ouvre une nouvelle place qu'elles puissent aller occuper. Comme le Vaisseau B est fermé de toutes parts, & que l'eau qui se présente à son ouverture est plus pesante que l'Air; ce dernier fluïde ne peut sortir du lieu où il est, & comme il est solide en ses parties, il se comporte à l'égard de l'eau qu'il rencontre, comme tout autre Corps dont les parties seroient liées. Ainsi la surface de l'eau baisse autant qu'on fait descendre le Vase qui contient l'Air; ce qui devient évident par le petit morceau de liège qui flotte dessus.

Il faut cependant avouer que, quoique l'Air du Vaisseau B s'oppose à l'eau qui fait effort pour y entrer, sa résistance n'est point telle qu'elle l'en exclue entierement, parce que l'Air est un Corps fléxible, & qu'il peut se resserrer dans un plus petit volume quand on l'y force. D'ailleurs un Corps plongé dans un fluïde, y est d'autant plus pressé, qu'il y descend plus avant.

Ces

Planche I. Fig. 12. Ces principes une fois supposés, on explíplique fort bien pourquoi l'eau s'élève un peu dans le Vaisseau B, nonobstant la résistance de l'Air; ce qui arriveroit aussi en substituant à l'Air, toute autre matière fléxible & incapable de se mêler avec l'eau. Mais quelque chose qui arrive, & à quelque profondeur qu'on porte le Vaisseau B, jamais l'eau ne réduira le volume d'Air à Zéro pour occuper toute la place.

On apprend encore de l'expérience précédente pourquoi on ne remplit point un Pot ou tout autre Vase semblable, quand on le plonge l'orifice en-bas; par quelle raison l'Entonnoir dont le canal remplit trop exactement le cou d'une Bouteille, n'est point propre à y introduire une liqueur, &c. La raison en est, que l'Air ayant de la solidité dans ses parties, on ne sauroit loger avec lui un autre Corps dans le même lieu; & quainsi pour mettre de l'eau ou du Vin dans une Bouteille, il faut que l'Air puisse passer entre le cou & l'Entonnoir pour faire place à la liqueur. Mais quand le trou est tellement étroit, qu'il ne peut pas donner en même tems un passage libre à deux matières qui coulent en sens contraire, à la liqueur qu'on veut faire entrer, & à l'air qui doit sortir, il faut que cela se fasse successivement.

La cause qui empêche l'Air de s'échaper du Vaisseau B, est la même qui le fait demeurer dans la Cloche du Plongeur, où il fournit à sa respiration pendant quelque tems.

Fig. 13. C'est par la raison contraire, que l'on puise commodément une liqueur dans un Vase A, B, qu'on ne veut pas remuer, avec

vec une eſpèce de Chalumeau renflé par le bas. Car comme cet Inſtrument eſt ouvert en C, l'Air s'échape par cette iſſue à meſure que la liqueur s'introduit par D. Planche I. Fig. 13.

La néceſſité de tenir ouverte la partie C du Chalumeau, pour permettre à l'eau d'y entrer par l'extrémité D, ne laiſſe point ignorer la réſiſtance de l'Air qui reſteroit enfermé. Mais quand on veut tranſporter la liqueur qu'on a puiſée, c'eſt encore par une ſemblable réſiſtance employée en dehors, qu'on en vient à bout. En fermant avec le doigt la partie C du Canal, on donne lieu à l'Air extérieur d'oppoſer toute ſa force en D à la chute du liquide renfermé. Les Lampes & les Encriers, dont les reſervoirs ſont des Bouteilles renverſées, ne ſont encore que des exemples variés des mêmes effets.

Si tous les Corps ſont impénétrables.

D. Les expériences précédentes paroiſſent prouver d'une manière inconteſtable la ſolidité & la réſiſtance des Corps, mais ont-ils auſſi la proprieté d'être impénétrables ?

R. Ils l'ont abſolument tous. L'Air même, lorſqu'il eſt une fois fortement comprimé, ne ſauroit être pénétré, & il ne fait pas moins de réſiſtance que la Pierre la plus dure. Tout Corps, qui n'admet aucun pore, tels que ſont les Elémens, ſont partout également impénétrables.

Objection & Réponſe.

D. Mais ne peut-on pas diviſer l'Eau, l'Air, & même les Corps les plus ſolides & les plus durs; &, ſi on peut les diviſer, ne ſont-ils pas pénétrables?

R. On ne diviſe que le compoſé qui réſulte de leur union, mais les parties ſolides, les infiniment-petits ou les Elémens qui

qui se trouvent liés ensemble dans le même tout, ne sauroient être pénétrés.

Raison de cette impénétrabilité.

D. Quelle est la raison de cette impénétrabilité ?

R. C'est que les Elémens ou parcelles de matière qui sont propres à l'Eau ou au Fer, par exemple, & qui font que c'est de l'Eau ou du Fer, & non du bois, sont déterminés par une forme ou figure indestructible, tant que l'Eau & le Fer subsistent.

La Pénétrabilité n'appartient qu'au Vuide.

D. Puisque la Pénétrabilité ne sauroit être la proprieté d'aucun Corps, ni de ce qui est matière, de quoi sera-t-elle donc la proprieté ?

R. Cette proprieté n'appartient proprement qu'à ce que tous les Philosophes, tant anciens que modernes, ont appellé Vuide ou Espace, & qu'on doit regarder comme le véritable Lieu des Corps.

CHAPITRE XI.

De la Porosité des Corps.

Ce que c'est que la Porosité.

D. QU'est-ce que la Porosité des Corps ?

R. C'est le Vuide qui se trouve entre leurs parties solides.

Si tous les Corps ont des pores.

D. Tous les Corps ont-ils des Pores?

R. Il n'y en a point, quelque durs & compactes qu'ils soient, qui n'en aient, excepté ces parties subtiles & solides qu'on nomme les Elémens.

Faits qui prouvent

C'est un fait certain, que la raison nous apprend de concert avec l'expérience. Les Cris-

Criſtaux, les Rubis, les Diamans ont des Pores, puiſqu'ils ſont tranſparens, & qu'ils donnent un paſſage libre à la lumière qui eſt un Corps. Notre Corps eſt plein de pores, il eſt percé de toutes parts, pour donner iſſue à la ſueur & à la matière de la tranſpiration. Il en eſt de même des Animaux & des Végétaux, ils ont tous des Pores. Le bois de chêne a du moins vingt fois plus de Pores ou d'eſpaces vuides, qu'il n'a de matière propre ou de parties ſolides. Les Métaux mis en fuſion par le feu qui les pénètre, font aſſez voir qu'ils ont des Pores.

leur Poroſité.

Les Marbres ſe teignent de couleurs, qui pénètrent bien avant dans leur ſubſtance. Enfermez dans des boites de quelque Métal que ce ſoit, du Laiton ou de l'Argent: l'exhalaiſon ſulfureuſe d'une Pierre de Boulogne nouvellement calcinée y trouve accès, teint le Laiton en couleur d'Argent, & l'Argent en couleur d'Or. Par où paſſe l'exhalaiſon, ſi ce n'eſt par les Pores?

Enfermez du Mercure dans un petit tuyau de cuivre, échaufez un peu le tuyau, le Mercure le traverſera comme un crible. Il s'exhale de ce liquide des particules ſi ſubtiles & ſi pénétrantes, que ſi on le remue d'une main, elles vont blanchir une pièce d'Or dans l'autre main bien fermée.

L'Or eſt de tous les Corps que nous connoiſſons, celui qui eſt le plus denſe, le plus compacte, celui qui renferme le plus de matière ſous un volume déterminé, puiſqu'il n'y a point de matière connue dont un pouce-cube pèſe autant qu'un pouce-cube d'Or. Cependant ce Métal a des Pores, & même en grand nombre. Le Mercure

cure s'y introduit en un moment, l'esprit de Sel marin le dissout; & l'Eau Régale le réduit en liqueur.

Mettez dans du Vif-argent un des bouts d'une verge d'Or massif: non seulement les particules, que le Vif-argent exhale, couvriront toute la surface extérieure de la verge d'Or, mais elles pénétreront, d'un bout à l'autre, l'intérieur de ce Métal précieux; & si le feu dissipe les parties du Mercure dans un lieu fermé, bientôt un Vase d'Or les réunira. Enfin, l'on mêle du Mercure avec de l'Or, de l'Argent & de l'Etain; & ces Métaux pénétrés de petits corpuscules s'amolissent, jusqu'à se réduire en une espèce de pâte.

Tout cela se feroit-il si l'Or n'avoit beaucoup de Pores? Quelques Philosophes prétendent qu'il peut y avoir dans l'Or autant de Vuide que de Plein. Combien y en aura-t-il donc dans l'Eau commune, qui pèse environ 19 fois moins que l'Or; ou dans l'Air qui est 800 fois moins solide que l'Eau?

Dans le Charbon le nombre des Pores est prodigieux. Hook dit qu'il en a vu au microscope & compté dans un rang long de la 18me. partie d'une pouce, jusqu'à 150: Or selon le calcul de ce Physicien, un Charbon d'un pouce de diamètre doit en avoir plus de 5 millions. Combien de Pores dans une si petite portion de matière!

Mais ce qui prouve encore la porosité des Corps, c'est qu'ils ne peuvent se comprimer sans Pores, puisque la compression ne se fait que par l'approche des particules, & que leur approche suppose qu'elles ont été séparées par des Pores ou interstices.

ces. Or il n'y a point de Corps qui ne puissent être comprimés, excepté peut-être les Elémens, que l'on suppose être d'une solidité parfaite.

D'où dépend cette Porosité; & pourquoi certains Corps ont plus de Pores que d'autres.

D. D'où dépend la porosité des Corps, & pourquoi se trouve-t-il plus de Pores dans certains Corps que dans d'autres?

R. La porosité dépend de la manière dont les Corps se forment, de l'assemblage & de l'union des Elémens ou particules solides dont ils sont composés.

Planche I. Fig. 14.

Lorsque ces Elémens se joignent & s'unissent les uns aux autres, de manière qu'ils se touchent parfaitement dans toutes leurs surfaces, ils forment un Corps solide, un Corps où il n'y a aucun pore, aucun espace vuide. L'inspection de la figure 14 marquée A, peut donner une légère idée de ces sortes de Corps.

Fig. 15.

Mais si la figure de ces Elémens est telle, qu'en s'unissant les uns aux autres, ils laissent entre eux des interstices vuides, le Corps qui en résultera sera un Corps poreux, tel qu'est celui de la figure 15 marquée B.

Pourquoi un Corps pese plus ou moins qu'un autre.

Si les Corps étoient sans Pores, ils seroient tous de même pésanteur. Lors donc qu'un corps pèse moins qu'un autre, c'est une preuve qu'il a plus de Pores. On sait que l'Or est un Corps poreux; nous l'avons fait voir ci-dessus; mais il est environ 19 fois plus pésant que l'Eau, il y a donc dans l'Eau beaucoup plus de Pores que dans l'Or. Si le nombre des Pores de l'Eau étoit égal au nombre des Pores de l'Or, un volume d'Eau peseroit autant qu'un volume d'Or, si ces deux volumes étoient de même grandeur; &, si l'Or &

l'Eau étoient des Corps ſans Pores, ils peſeroient également, parce que leurs parties ſeroient également ſolides.

Arrangement des Pores.

Voici comme on peut ſe former une idée & de l'arrangement & de la quantité des Pores de l'Eau. L'Eau eſt compoſée de petits globules, & ces petits globules ſont eux-mêmes compoſés de particules qui laiſſent entre elles des interſtices. Lorſque pluſieurs de ces petits globules déja poreux viennent à s'unir, ils laiſſent encore entre eux de nouveaux interſtices qui forment autant d'eſpaces vuides, comme cela ſe voit dans la figure 16. C indique un gros Globule, compoſé de quatre autres plus petits Globules, qui doivent néceſſairement laiſſer entre eux des eſpaces vuides, puiſque leur figure ne leur permet pas de ſe joindre dans toute leur ſurface.

Planche I. Fig. 16.

Interſtices dans les Corps, qui méritent proprement le nom de Pores.

D. Mais ce qu'on nomme Pores n'eſt-il pas rempli d'air ou de quelque autre matière très ſubtile; & alors comment peut-on dire que la Poroſité ne ſoit autre choſe que le Vuide?

R. On doit convenir que ce qu'on nomme Pores eſt en partie rempli par quelque matière ſubtile, mais tout l'eſpace que contient un Pore ne ſauroit être plein, il faut qu'il y ait des interſtices vuides ou qui ne contiennent abſolument aucun Corps, & il n'y a proprement que ces interſtices entierement vuides qui méritent le nom de Pores.

Pourquoi un pore doit être vuide de toute matière.

D. Par quelle raiſon ſuppoſez-vous que ce que vous nommez proprement Pore doit être vuide de toute matière?

R. C'eſt que s'il n'y avoit point de Pores ou d'interſtices entierement vuides, tout ſeroit plein de matière parfaitement ſolide,

de, & ſi tout étoit plein de matière parfaitement ſolide, tous les Corps auroient la même dureté, la même ſolidité.

D. Peut-on ſavoir quelle eſt la quantité abſolue des Pores des Corps?

Si on peut connoitre la quantité des Pores des Corps.

R. Comme tout ce qui eſt matière eſt peſant, & que la péſanteur ne convient qu'à ce qui eſt matériel, nous ſavons bien qu'un Corps a moins de vuide qu'un autre, quand à volume égal il pèſe davantage que lui; mais cette comparaiſon ne nous apprend que leur poroſité rélative, elle ne nous dit pas que dans l'un des deux il y a juſtement telle ou telle quantité de parties ſolides, ce qui nous feroit connoître évidemment de combien il eſt poreux.

D. Quel feroit donc le vrai moyen de ſavoir combien un Corps eſt poreux?

Vrai moyen de ſavoir combien un Corps eſt poreux.

R. Ce feroit d'avoir une matière de comparaiſon qui fût toute ſolide, en qui la grandeur & le poids fuſſent abſolument ſynonimes: car, en comparant une portion de cette matière avec un pareil volume d'une autre matière; ſi celle-ci peſoit moitié moins, par exemple, on auroit raiſon de conclure, non ſeulement qu'elle eſt une fois moins ſolide, comme nous faiſons d'ordinaire; mais on ſauroit de plus la juſte valeur de ce moins, & on regarderoit comme certain que la poroſité de cette matière comparée feroit égale à ſa ſolidité, puiſque la péſanteur, attribut qu'on peut regarder comme inſéparable des parties matérielles, s'y feroit ſentir une fois moins que dans une ſemblable étendue qu'on ſuppoſe toute matière. Mais un Corps de cette eſpèce ne ſera jamais qu'une ſuppoſition qu'on ne peut

peut pas réaliſer; on ne connoit rien de ſemblable dans la Nature.

CHAPITRE XII.

De la Figure des Corps.

Figure des Corps.

D. QU'eſt-ce que la Figure des Corps?

R. C'eſt l'ordre ou l'arrangement que prennent entre elles les ſurfaces qui terminent le volume des Corps.

Point de Corps qui ſe reſſemblent parfaitement.

D. Y a-t-il des Corps qui ſe reſſemblent en figure?

R. On peut aſſurer avec aſſez de vraiſemblance qu'il n'y a pas dans toute la Nature deux Corps parfaitement ſemblables, ſurtout ſi l'on joint à la variété de figure celle de la couleur & du volume. Dans une foule de Peuple, quelque grande qu'elle ſoit, on ne trouvera jamais deux viſages qui ſe reſſemblent. D'ailleurs les opérations de Chymie nous apprennent que tels Corps, qui à nos ſens paroiſſent compoſés de parties fort ſemblables, ſont réellement compoſés de parties fort diſſemblables; ce qui fait juger que les Corps que l'on n'a pas encore pu décompoſer par la Chymie, ſont auſſi compoſés de parties diſſemblables.

Si les Elémens ont la même figure.

D. Les Elémens des Corps, ces Points phyſiques ou Monades, dont les grands Corps ſont compoſés, ſe reſſemblent-ils en figure, ou ont-ils une figure différente, chacun ſuivant ſon eſpèce?

R. On

R. On ne ſauroit rien aſſurer ſur cette queſtion. Ces Corps primordiaux ſont ſi petits, qu'on ne ſauroit les appercevoir, même à l'aide des meilleurs Microſcopes. Quelques Philoſophes prétendent que ceux qui forment la Lumière, ſont tous & de même grandeur & de même figure, parce que nos yeux en ſont toujours affectés de la même manière.

Si la différence des Corps compoſés marque de la différence dans leurs Elémens.

D. La différence qu'on remarque dans la figure des Corps compoſés, ne prouve-t-elle pas qu'il y a auſſi de la différence dans la figure de leurs Elémens?

R. Cette différence dans la figure des Corps compoſés peut être l'effet de la manière dont les Elémens ſont diſpoſés & arrangés.

Formation des Corps compoſés.

D. Comment ſe forment les Corps compoſés?

R. Ils ſe forment de l'union & de l'aſſemblage des Elémens. Si ces Elémens ſe touchent par un grand nombre de leurs ſurfaces, ils formeront une maſſe ſolide; mais s'ils ne ſe touchent que par quelques-unes de leurs ſurfaces, ils laiſſeront entre eux des vuides ou des pores.

D'où dépend la nature des Corps compoſés.

D. D'où dépend la nature des Corps compoſés?

R. Elle dépend des différens mêlanges qui ſe font dans leur formation. Lorſque ces Corps viennent à ſe diſſoudre, les divers Elémens, dont ils ſont compoſés, ne perdent pas pour cela leur figure, puiſqu'ils ſont indiviſibles, ils reſtent tels qu'ils étoient, & peuvent former dans la ſuite de nouveaux Corps par leur mêlange & leur union.

La varieté de figures

D. Cette prodigieuſe varieté de figures

convient à tous les Corps.

des Corps ne convient-elle qu'aux grands Corps compoſés, qu'à ceux que nous pouvons voir & toucher ſans aucun ſecours de l'art? ou bien convient-elle également aux molécules de ces mêmes Corps? s'étend-elle juſqu'à ceux qui échapent à nos yeux, ou qui ne ſe font ſentir que pluſieurs enſemble?

R. Puiſque la figure des Corps n'eſt en général qu'un aſſemblage de ſurfaces qui terminent une certaine portion de matière, il eſt évident qu'un corps, ſi petit qu'il puiſſe être, ſera toujours terminé par des ſurfaces, & par conſéquent figuré.

Figure de certains petits Corps, découverte à l'aide du Microſcope.

D. L'Art nous fait-il découvrir dans les petits Corps, les figures qui échapent à nos ſens?

R. Nous avons quantité d'exemples curieux de ces ſortes de découvertes, découvertes qu'on n'auroit jamais faites ſans le ſecours des Microſcopes, dont les Anciens n'ont eu nulle connoiſſance. Voici quelques-uns de ces exemples.

Figure du Sable. Planche II. Fig. 1.

Lorſque vous jettez la vue ſur un grain de ſable ordinaire, il vous paroit comme un point, l'œil confond ſes dimenſions; mais avec le ſecours du Microſcope, l'objet vous paroit infiniment plus grand, vous y diſtinguez aiſément des lignes, des angles, des ſinuoſités, des contours, des ſurfaces, en un mot une figure bien terminée, dont on aperçoit facilement les différences, quand on la compare à quelque autre. Si votre Microſcope eſt de la bonne ſorte, vous apercevez les grains de ſable tranſparens comme des criſtaux, de la groſſeur d'une Noix muſcade, anguleux, diverſement taillés, & tels qu'ils ſont repréſentés dans

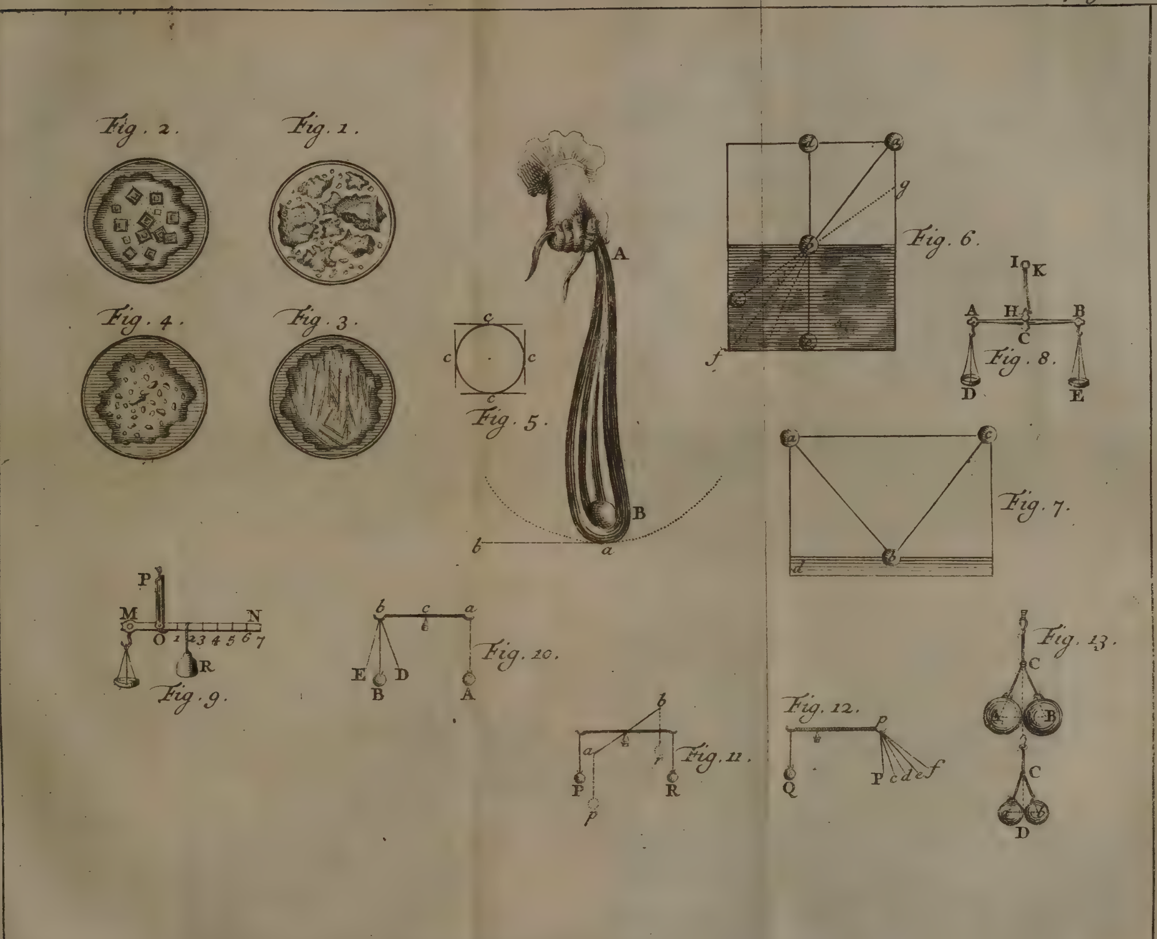


Fig. 2.
Fig. 1.
Fig. 4.
Fig. 3.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 12.
Fig. 13.

dans la figure 1 de la deuzième Planche. Planche II. Fig. 1. L'Art applique utilement les grains de Sable à divers usages. Parce qu'ils sont petits, durs & anguleux, on s'en sert commodément pour user ou nétoyer les Métaux, ou tous autres Corps encore plus durs, sur lesquels la Lime, ou le tranchant de l'Acier ne trouve plus de prise. A cause de leur transparence ils deviennent la base de tous les ouvrages de verre.

Figure du Sel. Planche II. Fig. 2.

Laissez sécher quelques goutes d'eau salée sur le verre ou porte-objets d'un Microscope, regardez-les ensuite à l'aide de cet Instrument, & vous appercevrez des molécules qui paroitront sous des figures semblables, quand la préparation a été faite avec un même Sel. Si l'on a employé, par exemple, celui qui vient de la Mer, & qu'on fait servir communément à l'usage des tables; ce qu'on apperçoit avec le Microscope ressemble à des petits Cubes. Les parties de ce Sel que l'eau avoit divisées, & qu'elle tenoit en dissolution, se sont fixées sur le verre, pendant que la partie liquide s'est évaporée. Avant cette évaporation de l'eau, le secours du Microscope ne suffit pas pour les rendre visibles, parce qu'alors elles sont encore trop divisées & trop minces pour être apperçues; mais à mesure que la liqueur les abandonne, elles se raprochent, & elles forment des molécules d'un plus grand volume; &, quand bien même elles resteroient aussi petites qu'elles étoient dans l'eau, l'expérience fait voir qu'à grandeurs égales, des Corps transparens se voyent mieux lorsqu'ils sont plongés dans l'air, que dans tout autre liquide plus matériel.

Planche II. Fig. 3 & 4.

Chaque Sel qui se cristallise, affecte ordinairement une figure qui lui est propre, & qui dépend vraisemblablement de la figure même de ses moindres parties. Le Sel marin, par exemple, forme des Cubes, le Salpêtre des Aiguilles, *Fig.* 3, & le Sucre des Globules, *Fig.* 4.

L'uniformité de figure est peut-être la cause de la constance invariable des Espèces.

L'uniformité de figures dans les molécules n'est point une qualité particulière aux Sels; on en rencontre beaucoup d'autres exemples, sur-tout dans le genre minéral. Le Cristal de Roche, & la plupart des Pierres transparentes paroissent assez souvent en petit comme en grand, sous la forme de Prisme ou de Pyramide exagone; mais on n'en doit pas conclure du particulier au général, que les parties insensibles de tous les Corps sont autant de petits modèles de ce qu'ils sont en plus grand volume. Delà vient peut-être cette constance invariable des Espèces, tant parmi les Animaux, que parmi les Végétaux, les Métaux & les Minéraux.



CHAPITRE XIII.

De la Molesse, de la Fermeté, de la Dureté, de la Compressibilité, de la Fléxibilité, de l'Elasticité, de la Cohésion, de la Fluïdité, de la Consistance ou Fixité, de la Rareté, de la Transparence, & de l'Opacité des Corps.

D. QU'est-ce que la Molesse d'un Corps? Molesse des Corps.

R. C'est la résistance que fait un Corps qui ne résiste que fort peu, lorsqu'on le comprime. La Molesse d'un Corps peut s'étendre jusqu'à la fluïdité, telle qu'est celle de l'Air, de l'Eau, de la Flamme, &c. Ces Fluïdes résistent, mais ils ne résistent que légerement.

D. Qu'est-ce que la Fermeté? Fermeté.

R. C'est une résistance plus grande que celle de la Molesse.

D. Qu'est-ce que la Dureté? Dureté.

R. C'est une résistance encore plus grande que celle de la Fermeté. On dit qu'un Corps est dur, lorsque ses parties tiennent ensemble, & ne sauroient se déranger tant soit peu sans qu'il se rompe.

D. Que doit-on entendre par la Compressibilité. Compressibilité & Densité.

R. Il est bon de savoir d'abord que le raport du volume d'un Corps à sa masse est ce qu'on nomme Densité. Un Corps est plus dense qu'un autre, quand la quantité

réelle de ſa matière diffère moins de ſa grandeur apparente ; ou , quand ſous une grandeur donnée, il contient plus de parties ſolides. Le Plomb eſt plus denſe que le Cuivre, l'Air eſt moins denſe que l'Eau. Mais le même Corps peut changer de denſité, c'eſt-à-dire, que ſa maſſe reſtant la même, ſon volume peut varier, ſoit en augmentant , ſoit en diminuant. Quand un Corps devient plus denſe , c'eſt que ſes parties ſolides ſe raſſemblent dans un plus petit eſpace; & cela peut ſe faire de deux manières, ou lorſqu'on ſupprime une cauſe interne qui les tenoit plus écartées, ou quand on applique extérieurement une force qui les oblige à ſe raprocher mutuellement. La prémière manière de diminuer le volume d'un Corps eſt ce qu'on peut nommer Condenſation, & on peut donner à l'autre le nom de Compreſſion, quoique, à dire le vrai , ce ſoit toujours condenſer une matière que d'occaſionner la diminution de ſon volume, de quelque façon que ce ſoit. Ainſi, ſerrer de la Neige dans les mains pour en faire une pelotte, c'eſt la comprimer; faire refroidir une liqueur, ou diminuer la chaleur qui dilate ſes parties, c'eſt la condenſer.

Si tous les Corps peuvent être comprimés & condenſés.

D. N'y a-t-il dans la Nature aucun Corps dont le volume ne puiſſe être diminué par la compreſſion ou par la condenſation?

R. Il n'y en a abſolument aucun, excepté les Atomes ou parties élémentaires des Corps. Il n'y a point de Corps compoſés ſans pores, point de matière parfaitement dure & ſolide. Une barre de Fer, qui a été chauffée juſqu'à rougir, devient plus denſe, plus dure, & occupe moins de vo-

volume, à mesure qu'elle se refroidit, parce que ses parties se raprochent peu à peu, en perdant le mouvement violent qu'elles avoient aquis dans le feu. Une éponge mouillée & dilatée par l'eau qu'elle contient, occupe un espace beaucoup moindre, quand on a exprimé le fluïde qui remplissoit ses pores. Le réjaillissement d'une boule de marbre ou de verre, d'un Diamant même, jettés sur quelque chose d'aussi dur, est un effet de leur compressibilité.

D. Qu'est-ce qu'un Corps fléxible?

Fléxibilité.

R. C'est celui dont la figure peut être facilement changée, alongée & racourcie, quoiqu'il ne se fasse aucune séparation de ses parties. Telles sont les membranes des Corps des Animaux, & toutes les parties oblongues des Végétaux.

D. Qu'est-ce que l'Elasticité?

Elasticité.

R. C'est l'effort par lequel certains Corps comprimés tendent à se rétablir dans leur prémier état. Cette proprieté suppose qu'ils soient comprimés. De tous les Corps qui se compriment, les uns demeurent dans l'état que la compression leur a fait prendre, comme une bale de Plomb qui reste aplatie après sa chute, & une pelote de Neige qui demeure dans la forme qu'on lui a donnée avec les deux mains; les autres, au contraire, se rétablissent, & reprennent, après avoir été comprimés, les mêmes dimensions & la même figure qu'ils avoient avant que de l'être.

D. Tous les Corps sont-ils également élastiques?

Différence dans l'Elasticité.

R. Non. Il y en a qui ne se rétablissent presque point, & alors l'Elasticité est regardée comme nulle dans l'usage. Ceux

en qui la force élaſtique ſe fait appercevoir, réagiſſent plus ou moins ſelon la dureté, la roideur, ou la diſpoſition de leurs parties internes ; mais il n'en eſt aucun dont on puiſſe aſſurer avec des preuves poſitives, que le reſſort eſt parfait & inaltérable; on remarque preſque toujours que cette qualité ſe perd ou s'affoiblit par un long exercice, ou par une compreſſion de trop longue durée. Un Arc, qui eſt trop longtems ou trop ſouvent tendu, garde enfin la courbure qu'on lui a fait prendre.

Pourquoi il n'y a point d'Elaſticité parfaite.

D. Pourquoi n'y a-t-il point d'Elaſticité parfaite?

R. En voici la raiſon. Lorſqu'un Corps bandé ſe débande, il faut néceſſairement que quelques-unes de ſes parties ſolides, qui ſe touchent mutuellement, ſe repouſſent & ſe retirent, & qu'elles ſouffrent de cette manière un frottement conſidérable, ce qui produit un violent obſtacle pour le mouvement, & fait perdre une partie des forces du reſſort.

Les Corps qui ont le moins de pores, qui ſont le plus polis & le plus ſolides, ſont peut-être ceux qui peuvent avoir le plus d'Elaſticité, parce qu'ils ſont alors moins ſujets aux effets du frottement. Or nous avons fait voir qu'il n'y a point de Corps compoſés ſans pores. Plus on bat les Métaux, plus ils deviennent compactes & élaſtiques. En les battant on rend leurs pores plus petits, & on en diminue même le nombre. L'Acier trempé eſt beaucoup plus ſolide & plus élaſtique que l'Acier non trempé, & la péſanteur ſpécifique du prémier eſt à la peſanteur du dernier comme 7809 à 7738.

D.

D. Pourquoi un Corps a-t-il plus d'Elaſticité lorſqu'il eſt froid, que lorſqu'il eſt chaud? Pourquoi le froid rend un Corps plus élaſtique.

R. C'eſt que ſes parties ſont alors plus ſerrées, plus compactes, plus ſolides. Le froid reſſerre, la chaleur dilate & raréfie.

D. De quel uſage eſt l'Elaſticité des Corps? Uſage de l'Elaſticité.

R. Cette proprieté eſt d'une utilité infinie. Il ſuffit d'en citer quelques exemples. S'il eſt utile & commode de voyager à ſon aiſe, on doit preſque tout cet avantage aux lames d'acier, aux bandes de cuir & aux autres corps élaſtiques ſur leſquels on ſuſpend les voitures. La meſure du tems eſt une choſe ſi intéreſſante pour tout le monde, qu'il eſt peu de perſonnes qui n'aient une Pendule ou une Montre, & qui ne la regardent comme un meuble néceſſaire ; ces ſortes d'inſtrumens, qu'on doit regarder comme des chefs-d'œuvre de l'art, ſont animés par un reſſort, formé d'une lame d'acier roulée ſur elle-même dans un Barillet qu'elle fait tourner en ſe dévelopant, & dont le mouvement ſe communique par des roues dentées juſques aux pivots qui portent les aiguilles pour leur faire indiquer les heures & les minutes ſur un Cadran diviſé à cette intention.

Il ſuffit de remarquer ici qu'on eſt parvenu à rendre l'action du reſſort preſque égale pendant tout le tems qu'il ſe dévelope ; car une difficulté qui ſe préſente d'abord, c'eſt que cette action diminuant toujours, à proportion que le reſſort ſe détend, le mouvement doit auſſi ſe ralentir dans toutes les pièces qu'il anime, & les aiguilles doivent faire les heures & les mi-

nutes plus longues vers la fin qu'au commencement. De quels ſecours ne ſont point encore les reſſorts dans l'Arquebuſerie? Par quel autre moyen auroit-on pu opérer des mouvemens auſſi promts & auſſi difficiles à être apperçus par un Oiſeau que la Nature a mis en garde contre tout ce qui menace ſa vie. Le Chien d'un Fuſil, conduit par un reſſort, porte en un clin d'œil un caillou tranchant contre une petite pièce d'acier trempé; le feu prend à la poudre, & le plomb qu'elle chaſſe, frape l'Animal avant qu'il ait été averti par la flamme ou par le bruit, ou du moins avant qu'il ait pu profiter de cet avis.

On a auſſi trouvé des moyens pour faire naître le reſſort ou pour l'augmenter dans les Corps qui n'en ont que peu ou point. Tous les Corps ſonores doivent être à reſſort; c'eſt pour cette raiſon qu'on fait les Cloches & les Timbres avec du cuivre & de l'étaim fondus enſemble, parce qu'on a remarqué qu'un Métal mêlé eſt plus dur, plus roide & plus élaſtique, que les Métaux ſimples dont il eſt compoſé. La plupart des Métaux mêmes, ſans être alliés, deviennent capables d'une plus grande réaction quand on les bat à froid.

Mais de tous les Corps dont on augmente artificiellement le reſſort, il n'en eſt point de plus remarquable que le Fer converti en Acier; & parmi les différens procédés qu'on emploie à cet effet ſur ce Métal, rien n'eſt comparable à la trempe. Tremper l'Acier, c'eſt le refroidir ſubitement dans le moment qu'on le ſort bien rouge du feu; & cela ſe fait d'ordinaire en le plongeant dans de l'eau froide, ou dans quelque choſe d'équivalent. D.

D. Qu'eſt-ce que la Cohéſion? Cohéſion des Corps.

R. C'eſt cette proprieté des Corps qui fait que leurs parties s'oppoſent à leur ſéparation, quelle que puiſſe être la cauſe de leur union.

Plus la Cohéſion des parties d'un Corps eſt forte, plus ce Corps approche de la parfaite dureté. Il y a bien des choſes obſcures au ſujet de la Cohéſion des parties des Corps. Suivant les Newtoniens la Cohéſion des parties vient de leur Vertu attractive. C'eſt, diſent-ils, par cette Vertu, que des Corps poſés les uns ſur les autres tiennent enſemble, entant qu'ils s'attirent réciproquement. Plus leur ſurface eſt unie & polie, plus leur Cohéſion eſt forte. Mais cette Cohéſion eſt d'autant moins forte, que leur ſurface eſt plus raboteuſe, parce qu'ils ne ſe touchent alors que dans un petit nombre de points.

D. Qu'appelle-t-on Fluïdité des Corps? Leur Fluïdité.

R. On dit qu'un Corps eſt fluïde, lorſque ſes parties cèdent à une impreſſion quelconque, & qu'en cédant elles ſe meuvent entre elles avec une grande facilité (*a*).

D. Qu'entend-on par la conſiſtance ou fixité des Corps? Conſiſtance ou Fixité des Corps.

R. C'eſt cet état des Corps par lequel leurs parties conſtituantes gardent naturellement la même poſition les unes à l'égard des autres, & ne peuvent être que difficilement détachées ni ſéparées.

D. Qu'eſt-ce que la rareté des Corps? Leur rareté.

R. On nomme Corps rares ceux qui ont une

(*a*) Nous parlerons ci-après plus particulierement des Fluïdes.

une ſtructure lâche, & occupent un grand eſpace ſous une petite maſſe ſolide. Les Corps ſont plus ou moins denſes, plus ou moins rares, ſelon la grandeur ou la petiteſſe de leurs pores.

Tranſparence & Opacité.

D. Qu'eſt-ce que la Tranſparence & l'Opacité?

R. Les Corps tranſparens ou diaphanes ſont ceux dont on voit les objets à travers, tels que ſont le Verre, le Criſtal, &c. Les Corps opaques ſont ceux à travers lesquels on n'aperçoit pas les objets. Dans les Corps tranſparens les rayons de la lumière peuvent paſſer librement à travers leurs pores, au-lieu qu'ils ſont arrêtés dans leur paſſage à travers les Corps opaques.

CHAPITRE XIV.

De la Force d'Inertie, ou Force paſſive.

Force d'Inertie ou Force paſſive.

D. QU'eſt-ce que la Force d'Inertie ou Force paſſive?

R. C'eſt cette réſiſtance au mouvement qu'on apperçoit dans tous les Corps.

Expérience qui donne une idée de cette Force.

D. Comment peut-on s'en former quelque idée?

R. Rien de plus propre pour cela que l'expérience propoſée par Mr. Newton. Qu'on imagine un corps d'une grandeur & d'un poids déterminé, par exemple, une boule de plomb peſant une livre, ſuſpendue librement par un fil fort long, dans un air tranquile, & une autre boule de plomb ſembla-

blable, pareillement suſpendue, qui va heurter la prémière avec quatre degrés de mouvement. Si la boule en repos ne faiſoit aucune réſiſtance à celle qui vient la heurter, après le choc on les verroit toutes deux ſe mouvoir avec quatre degrés de mouvement. Car pourquoi le mouvement diminueroit-il dans la boule qui choque, s'il n'y avoit point de réſiſtance de la part de celle qui eſt choquée? & par quelle raiſon la boule déplacée ne le ſeroit-elle pas ſelon toute l'étendue du mouvement qui la pouſſe?

Mais l'expérience fait voir autre choſe: la boule en repos reçoit de celle qui la frappe une portion de ſon mouvement, & cette dernière perd dans le choc ce que l'autre paroit avoir aquis. Un corps en repos fait donc une réſiſtance réelle à l'effort qui tend à le mouvoir. Il y a plus encore; ſi la boule en repos peſe 30 ou 40 livres, l'autre qui n'a plus alors qu'une maſſe beaucoup moindre, avec le même effort ne la porte pas auſſi loin que dans le cas précédent; cependant ſi, pour mouvoir un corps quelconque, il ne s'agiſſoit que de lui faire perdre ſon état de repos, le mouvement communiqué ſeroit le même dans une groſſe que dans une petite maſſe.

Il y a donc quelque choſe de plus à vaincre qu'une ſeule privation de mouvement, & ce qu'il faut vaincre c'eſt cette réſiſtance à laquelle on donne le nom de Force d'Inertie, & qu'on appelle auſſi Force Paſſive.

D. Cette Force d'Inertie ſe trouve-t-elle auſſi dans les Fluïdes? **Force d'Inertie dans les Fluïdes.**

R. Oui, puiſqu'elle ne dépend pas de la ſolidité des parties. Elle eſt auſſi grande

 dans

dans un pouce cubique d'eau, que dans la même eau changée en glace.

Si elle dépend de la Péſanteur.

D. Dépend-elle de la Péſanteur ?

R. Non, puiſqu'elle agit également dans un corps, quelque direction qu'on lui donne, & même lorſqu'il eſt ſitué horizontalement.

Cette Force eſt inconnue.

D. Peut-on ſavoir au juſte ce que c'eſt que cette Force ?

R. C'eſt une de ces choſes que nous ignorons, & que nous ne connoitrons peut-être jamais bien.

CHAPITRE XV.

Du Mouvement, des Forces vives & mortes, & du Repos.

Ce que c'eſt que le Mouvement.

D. QU'eſt-ce que le Mouvement ?

R. C'eſt l'état d'un Corps qui eſt actuellement tranſporté d'une partie de l'Eſpace dans une autre qui le ſuit immédiatement, ſoit qu'on le conſidère en totalité, ſoit qu'on n'ait égard qu'à ſes parties.

Exemples qui le font connoître.

D. Donnez-moi, je vous prie, quelques exemples qui me faſſent mieux comprendre cette définition.

R. Un Bateau, qu'on abandonne au courant de la Rivière, eſt en mouvement, parce qu'il change continuellement de place. Les aîles d'un Moulin ſont en mouvement, quoiqu'elles tournent dans le même lieu, parce que chacune d'elles paſſe ſucceſſivement par tous les points du cercle qu'elle dé-

décrit. Toutes les fois qu'un corps se meut, il change de situation respectivement aux objets qui l'environnent de près ou de loin : un homme, par exemple, assis dans un Carosse, ou dans un Bateau qui le transporte, change continuellement de raports, sinon avec les personnes qui l'accompagnent, au moins à l'égard des différens lieux qu'il parcourt pendant son voyage.

Cause du Mouvement circulaire.

D. Quelle est la cause du Mouvement circulaire ?

R. Cette cause est la continuité des obstacles qu'il rencontre ; car sans ces obstacles il décriroit une ligne droite, puisque tout Corps qui se meut, décrit toujours ou tend à décrire une ligne droite.

Planche II. Fig. 5.

Un Corps mu circulairement, fait effort pour s'éloigner du centre de son mouvement ; il tend en effet à décrire une ligne droite, & cet effort l'éloigne du centre. Faites tourner autour de la main une pierre dans une Fronde : la main qui est le centre du mouvement A, sent l'effort que fait la pierre B pour s'en éloigner. Cette pierre tâche alors à s'en aller par la Tangente *a*, *b*. Comme les points de ce Cercle sont autant de commencemens de Tangentes, ou de lignes droites couchées en quelque façon sur le Cercle, & qui ne le touchent que dans un point, *c*, *c*, *c*, *c*, le Corps qui tourne reçoit dans chaque point une direction pour suivre la Tangente ; & vous la lui voyez suivre effectivement, dès qu'il est en liberté, *a*, *b*. Il la suit dès qu'il s'échape de la Fronde.

Loix du Mouvement selon Newton.

D. Quelles sont les Loix du Mouvement ?

R. Newton en indique trois par le moyen

yen desquelles on peut expliquer tout ce que l'on fait du Mouvement. Voici ces Loix.

Prémière Loi du Mouvement.

Prémière Loi du Mouvement. „ Un Corps „ persévère toujours dans son état de repos „ ou de Mouvement uniforme en ligne „ droite, à moins que des forces impri- „ mées à ce Corps ne l'obligent à changer „ d'état.

Tout Corps étant brut & passif, c'est-à-dire incapable par sa nature de se mouvoir lui-même, il s'ensuit qu'il restera toujours en repos, à moins que quelque cause extérieure ne le mette en mouvement. Une fois mis en mouvement, il continuera de se mouvoir dans la même direction & avec le même degré de vitesse qu'il a reçu, puisque la force d'inertie qui l'a retenu, tant qu'elle a pu, dans son repos, & qu'il a fallu vaincre pour lui faire prendre du mouvement, le fait résister ensuite, autant qu'elle peut, à toute variation. Une pierre jettée en l'air, s'élève, jusqu'à ce qu'ayant perdu sa force insensiblement par la rencontre successive de diverses parties de l'air, elle retombe enfin par l'efficace de sa pésanteur. Une bale lancée vers l'Orient ou vers l'Occident, iroit toujours, s'il ne s'offroit point d'obstacles, vers le même endroit, avec la même direction & la même vitesse.

Seconde Loi.

Seconde Loi du Mouvement. „ Le chan- „ gement qui arrive au Mouvement, est „ toujours proportionnel à la force motri- „ ce imprimée au Corps, & se fait tou- „ jours suivant la ligne droite, dans la di- „ rection de laquelle la force dont il s'a- „ git est imprimée.

Cette

Cette Loi ne ſouffre nulle difficulté. Pour qu'un Corps en mouvement change ſa direction ou ſa viteſſe, il lui faut une force poſitive qui n'eſt point en lui avant le changement, & qu'il n'a pas la faculté de ſe donner, puiſqu'il eſt un être paſſif, & que par ſa nature il eſt indifférent au repos ou au mouvement, & par conſéquent à telle ou telle détermination.

Troiſième Loi du Mouvement. „ La réaction eſt toujours contraire & égale à l'action, c'eſt-à-dire, qu'aucune action ne „ ſauroit ſe déployer ſur un Corps, ſans „ éprouver une réſiſtance qui lui ſoit égale, & que les actions de deux Corps l'un „ ſur l'autre ſont toujours égales & oppoſées dans leurs directions. Troiſième Loi.

Toute action ſuppoſe de la réſiſtance; ôtez la réſiſtance, il n'y a point d'action, car on ne ſauroit concevoir une action ſans obſtacle. Si l'action étoit plus grande que la réſiſtance, elle agiroit en partie ſans obſtacle, ce qui eſt impoſſible. Si l'on ſuppoſe la réſiſtance plus grande que l'action, on tombe dans la même concluſion, à cauſe que réſiſtance & action ſont une ſeule & même choſe. Les actions contraires ſont donc égales. Point d'action ſans réſiſtance.

Lorsqu'un effort agit ſur un obſtacle, ſi cet obſtacle ne cède pas, il eſt retenu par quelque autre effort, & il faut qu'il y ait une preſſion contraire à la prémière, qu'elle détruit, & à laquelle par cela même elle eſt égale. Si je preſſe avec le doigt une pierre qui ne ſauroit céder, mon doigt eſt également preſſé par la pierre. Si l'obſtacle cède, il réſiſte par ſon inertie. Qu'un Corps ſoit tiré par une corde, cette corde, quoi-

quoique rien ne retienne le Corps, ne laiſſe pas d'être tendue, & elle le ſera également des deux côtés, ce qui fait connoître l'égalité des deux actions oppoſées. Cependant le Corps cède, quoiqu'il réſiſte avec une force égale à celle avec laquelle il eſt tiré, parce qu'il ne réſiſte point quand il eſt en repos, mais pendant qu'il aquiert du mouvement, ſuivant cette règle : „ Tout „ Corps qui eſt en repos, réſiſte au mou„ vement, non dans le tems qu'il eſt en „ repos, mais lorſqu'il commence à ſe mou„ voir.

Le repos des Corps, lorsqu'ils viennent à ſe toucher l'un l'autre, démontre la parfaite égalité des actions oppoſées ; car quoiqu'ils ſe preſſent mutuellement, & que le moindre effort ſuffiſe pour les mouvoir, aucun d'eux cependant ne fait changer l'autre de place.

Quantité de Mouvement.

D. Qu'eſt-ce que la quantité de Mouvement ou la force d'un Corps ?

R. C'eſt le produit de ſa viteſſe par ſa maſſe.

Mouvement accéléré.

D. Qu'eſt-ce que le Mouvement accéléré ?

R. C'eſt celui dont la viteſſe augmente à chaque inſtant.

Viteſſe.

D. Que nommez-vous viteſſe ?

R. C'eſt le rapport de l'eſpace au tems, ou l'eſpace parcouru diviſé par le tems employé à le parcourir. Par exemple, la viteſſe aquiſe pendant un certain tems eſt double, ſi le tems eſt double ; triple ſi le tems eſt triple, &c.

Mouvement retardé.

D. Qu'eſt-ce que le Mouvement retardé ?

R. C'eſt celui dont la viteſſe diminue à chaque inſtant.

Le

Le mouvement d'un Corps qu'on jette en-enhaut, eſt, par une conſéquence néceſſaire de la ſeconde Loi établie ci-deſſus, retardé de la même manière que le mouvement d'un Corps qui tombe eſt accéléré: en ce dernier cas la péſanteur augmente le mouvement aquis, au-lieu que dans le prémier cas elle tend à le détruire. Or, comme la péſanteur communique au Corps des viteſſes égales dans tous les momens égaux, la viteſſe d'un Corps jetté en-enhaut, eſt également diminuée ou retardée en tems égaux. La même péſanteur produit le mouvement dans le Corps qui tombe, & le détruit dans le Corps qui monte, & agit toujours ſur un Corps en mouvement, précifément de même que ſur un Corps en repos; ainſi les viteſſes ſont produites & détruites dans des tems égaux.

Mouvement uniforme.

D. Qu'eſt-ce que le Mouvement uniforme?

R. C'eſt celui d'un Corps qui parcourt des eſpaces égaux en tems égaux, comme lorsqu'une boule qui roule ſur un plan, parcourt une toiſe dans une Seconde, une autre toiſe dans la Seconde ſuivante, &c. Cette uniformité ne ſe rencontre presque jamais dans l'état naturel, à cauſe des obſtacles que le Mobile rencontre.

Puiſſance ou Force motrice.

D. A quoi donne-t-on le nom de Puiſſance ou Force motrice?

R. On nomme ainſi le Mouvement des Corps quand il eſt employé pour en mouvoir d'autres, ſoit qu'il tende à les mouvoir ſeulement, ſoit qu'il les meuve en effet.

Force morte & Force vive.

D. Ne met-on pas une diſtinction entre la Force motrice qui eſt vaincue par un obſta-

obſtacle, & celle qui agit contre une réſiſtance qui cède?

R. Oui; & c'eſt Leibnitz qui a établi le prémier cette diſtinction. Il appelle *Force morte*, celle qui eſt vaincue par un obſtacle; & *Force vive*, celle qui agit contre une réſiſtance qui cède.

Comment on doit évaluer la Force motrice.

On avoit toujours penſé que la Force motrice, en toutes ſortes de cas indiſtinctement, devoit être évaluée comme la quantité du mouvement par la maſſe & par la viteſſe. En effet, qu'un Corps ſollicité à ſe mouvoir, ſe meuve réellement, ou bien qu'il ſoit retenu par des obſtacles, on ne voit pas que la liberté d'agir, ou des oppoſitions invincibles, puiſſent rien changer à ſa quantité de matière, ni à l'impulſion qui a une fois reglé ſon degré de viteſſe.

Cependant Leibnitz & d'autres Philoſophes prétendent que, pour eſtimer la *Force vive* ſelon ſa juſte valeur, il faut multiplier la maſſe non par la ſimple viteſſe, mais par le quarré de la viteſſe, c'eſt-à-dire, par la viteſſe multipliée par elle-même. Si, par exemple, la viteſſe eſt 3, ce n'eſt point par 3 qu'il faudra multiplier la maſſe, mais par 9, qui eſt le produit de 3 multiplié par 3. Suivant cette opinion, un Corps qui agit contre un obſtacle avec 2 de maſſe, & une impulſion qui règle ſa viteſſe à 4, n'a que 8 degrés de force tant que la réſiſtance eſt victorieuſe; mais ſi cette réſiſtance vient à céder, la Force à laquelle elle obéit, devient vive, & de 8 elle s'élève à 32 (*a*).

D. Qu'eſt-

(*a*) Voyez ſur cette queſtion les *Inſtitutions de Phyſique* de Madame la Marquiſe *du Chaſtelet*.

D. Qu'eſt-ce que le Repos?

Ce que c'eſt que le Repos. Le Repos abſolu & le Repos reſpectif.

R. C'eſt l'état oppoſé au Mouvement. Le *Repos abſolu* eſt l'état d'un Corps qui reſte dans la même partie de l'Eſpace de l'Univers, ou qui perſévère dans les mêmes raports de ſituation avec les objets qui l'environnent de près ou de loin. Le *Repos reſpectif* eſt l'état d'un Corps qui conſerve la même ſituation à l'égard de ceux qui l'entourent.

Le Repos abſolu exclut tout mouvement. Le Repos reſpectif n'exclut point le mouvement. Un homme qui voyage dans un Vaiſſeau qui avance, eſt dans un repos reſpectif par raport au Vaiſſeau & à ceux qui l'accompagnent, & dans un mouvement réel par raport aux objets extérieurs. A la rigueur il n'y a point de Repos abſolu; car ſi notre Globe tourne ſans ceſſe ſur ſon axe, & qu'il décrive un orbe autour du Soleil, il n'y a aucun Corps ſur ſa ſurface qui ne participe au mouvement qui eſt commun à toutes ſes parties.

D. Qu'eſt-ce que le Mouvement compoſé?

Mouvement compoſé.

R. C'eſt celui d'un Corps déterminé à ſe mouvoir par pluſieurs cauſes de Puiſſances, qui agiſſent ſelon des directions différentes.

D. Quelles ſont les Loix du Mouvement compoſé?

Loix du Mouvement compoſé.

R. Ces Loix peuvent toutes ſe raporter à une

let, qui s'eſt déclarée en faveur des *Forces vives*, & la *Lettre* de Mr. *de Mairan* qui combat l'opinion des *Forces vives*, & ſert de Réponſe aux objections que cette Dame avoit faites contre lui.

à une ſeule, qui eſt énoncée dans la propoſition ſuivante, & dont elles ne ſont que des conſéquences.

„ Quand un Corps eſt mis en mouve-
„ ment par pluſieurs Puiſſances qui agiſſent
„ en même tems, & ſelon différentes di-
„ rections, ou il demeure en équilibre, ou
„ bien il prend un mouvement qui ſuit le
„ raport des Puiſſances entre elles pour la
„ viteſſe, & il reçoit une direction moyen-
„ ne entre celles des Puiſſances auxquelles
„ il obéit.

Vibration ou Oſcillation des Pendules.

D. Qu'eſt-ce que le Mouvement qu'on nomme de Vibration ou d'Oſcillation?

R. C'eſt celui d'un Pendule, ou Corps ſuſpendu à un fil très délié, avec lequel il eſt mobile autour d'un point fixe de ce même fil.

Quand on élève le poids, le fil reſtant tendu, ce poids deſcend par ſa péſanteur, & par la viteſſe aquiſe remonte du côté oppoſé, à la même hauteur dont il étoit deſcendu; enſuite il retombe par ſa péſanteur, & continue ainſi ſes Vibrations. On doit ſuppoſer que le mouvement du Corps autour du point fixe ne ſouffre aucune ſorte d'empêchement. Il faut auſſi faire abſtraction de la réſiſtance de l'Air, qui d'ailleurs eſt très petite quand les Pendules ſont grands (*a*).

Si le Mouvement le plus rapide eſt poſſible.

D. Le Mouvement le plus rapide eſt-il poſſible?

R. Leibnitz prétend qu'il eſt impoſſible, &, pour le prouver, il fait le raiſonnement

(*a*) Voyez ſur cette matière 's Graveſande, *Elémens de Phyſique*, Tom. I. page 99.

ment ſuivant. „ Suppoſez que le mouve-
„ ment d'une Roue qui tourne ſur elle-
„ même ſoit le plus rapide; ſi vous prolon-
„ gez le rayon de la Roue, ce mouve-
„ ment que vous avez conçu comme le
„ plus rapide, peut devenir plus rapide à
„ l'infini; ce qui implique contradiction.

Explication de divers phénomènes concernant le Mouvement.

D. Pourquoi, tandis qu'un Vaiſſeau vogue à pleines voiles, une Bale tombe-t-elle de la Hune, au pied du Mât par une ligne courbe, apperçue de ceux qui regardent le rivage?

R. La Bale a deux directions inégales, l'une horizontale ou parallèle à l'Horizon, & qui vient du Vaiſſeau; l'autre perpendiculaire & plus forte, qui vient de la péſanteur. La Bale ſe livrant à toutes les deux, à proportion de leurs forces, avance avec le Vaiſſeau par une ligne courbe, qui la rend au pied du Mât.

D. Pourquoi une Bale jettée perpendiculairement au pied du Mât, retombe-t-elle au pied du Mât, quoique le Vaiſſeau ſoit emporté rapidement?

R. Pour la même raiſon. La Bale obéiſſant proportionellement à ſes deux impreſſions, à ſes deux directions inégales, eſt rapportée par une ligne courbe au pied du Mât.

D. Pourquoi une Orange retombe-t-elle dans la main d'un Cavalier qui la jette en l'air, dans le tems qu'il court à toute bride?

R. C'eſt encore pour la même raiſon.

D. Pourquoi un Boulet de canon s'arrête-t-il plutôt dans l'eau que dans l'air?

R. Parce que l'eau cède & ſe diviſe plus difficilement que l'air.

D. Pourquoi un Boulet, qui traverſe l'air

au-dessus d'un Fleuve fort large, en retombe-t-il plutôt?

R. Cela vient d'un excès de résistance dans un air plus mêlé de vapeurs & plus épais.

D. Pourquoi une Fleche, qui présente la pointe à la résistance de l'air antérieur, va-t-elle beaucoup plus loin que si elle présentoit le côté?

R. Parce que ne rencontrant que peu d'air à chaque instant, elle communique & perd peu de son mouvement.

Si le Mouvement perpétuel est possible dans l'état naturel.

D. Le mouvement perpétuel mécanique est-il possible dans l'état naturel?

R. Il y a des Philosophes qui prétendent qu'on n'en a pas encore démontré l'impossibilité, & qui ne desespèrent pas qu'on ne puisse le trouver un jour. D'autres soutiennent que cè mouvemenr est impossible.

Raisons qui paroissent prouver son impossibilité.

D. Quelles sont les raisons par lesquelles on tâche de prouver son impossibilité?

R. Les principales raisons qu'on allègue, sont, 1. parce qu'un Corps ne peut se mouvoir que dans un espace, & qu'il n'y a aucun lieu parfaitement vuide de toute matière. 2. Parce qu'un Corps ne peut exercer son mouvement que sur quelque surface, ou bien il faut le suspendre à quelque point fixe, autour duquel il puisse se mouvoir: dans l'un & dans l'autre cas il y a frottement, ou sur le plan, ou au point de suspension, ou dans le milieu même dans lequel il passe. La quantité de mouvement qu'on lui aura imprimée, sera donc nécessairement diminuée par ce double obstacle; ainsi pour se mouvoir perpétuellement; il faudroit qu'il prît à chaque instant de nouvelles forces, pour réparer celles qu'il perd;

ce qui eſt contraire à cette loi du mouvement, qui veut qu'un Mobile garde conſtamment l'état qu'on lui a fait prendre, ſi cet état n'eſt changé par une cauſe nouvelle.

D. Ne peut-on pas prendre pour perpétuel, le mouvement d'un Pendule qui continue ſes vibrations égales, au moyen d'un reſſort ou d'un poids qu'on remonte au bout d'un tems, ou toute autre choſe équivalente ? Si le Mouvement d'un Pendule qu'on remonte eſt perpétuel.

R. Ceux qui parlent de la ſorte, n'entendent pas l'état de la queſtion ; car il s'agit d'un mouvement une fois imprimé, auquel on n'ajoute plus rien dans la ſuite, & qui ſe ſuffiſe à lui-même pour ſe perpétuer. Le reſſort ou le poids, par ſon effort conſtant, répare ſans ceſſe le degré de viteſſe perdu dans l'inſtant précédent, & cette réparation eſt une addition au mouvement primitif.

CHAPITRE XVI.

Du Mouvement de Réfraction.

D. QU'eſt-ce que le Mouvement de Réfraction ? Mouvement de Réfraction.

R. C'eſt celui que prend un Corps à l'entrée d'un nouveau Milieu. Il change alors de direction ; & c'eſt à ce changement qu'on donne le nom de Réfraction, pour faire entendre que la direction du Mobile eſt comme briſée à l'endroit où les deux Mi-

lieux se joignent. Un exemple fera mieux comprendre la chose.

Planche II. Fig. 6. Supposons qu'un Corps qui se meut, passe obliquement d'un Milieu dans un autre, *a*, *b*, *c*, de l'air dans l'eau, par exemple, ou de l'eau dans l'air. Dans le point de passage, *b*, la ligne qu'il décrit, se rompt; il se détourne un peu, tantôt s'éloignant de la ligne perpendiculaire *d*, *e*, ou de la ligne qui traverse perpendiculairement les deux Milieux, tantôt s'approchant de cette ligne.

Voici l'explication de ce phénomène. Le Corps qui passe obliquement d'un Milieu dans un autre, a ses deux directions, l'une parallèle à la surface du Milieu dans lequel il passe, l'autre perpendiculaire. Quand le Mobile atteint la surface d'un Milieu, qui résiste plus que celui d'où il vient, comme il arrive lorsqu'une bale passe de l'air dans l'eau, il trouve plus de résistance à la direction perpendiculaire, qu'à la parallèle; un excès de résistance diminue la direction perpendiculaire, tandis que nul excès de résistance ne diminue la parallèle. Après la diminution de la direction perpendiculaire, le Corps mu doit donc lui donner moins, & donner plus à la parallèle. Il ne peut le faire sans s'éloigner un peu de la ligne perpendiculaire qui coupe les deux Milieux: il s'en éloigne; & c'est une Réfraction.

Quand le Mobile atteint un Milieu qui résiste moins, il trouve plus de résistance à la direction parallèle qu'à la direction perpendiculaire. Après la diminution de la direction parallèle, le Mobile doit lui donner moins, & donner plus à

l'autre:

l'autre: il ne peut le faire, ſans s'approcher de la ligne perpendiculaire aux deux Milieux ; & c'eſt une autre ſorte de Réfraction.

Delà la Bale, *a*, *b*, *c*, qui paſſe obliquement de l'air dans l'eau, s'éloigne de la perpendiculaire *d*, *e*, ceſſant de regarder le même point *f*. Paſſe-t-elle de l'au dans l'air; elle s'approche de la perpendiculaire *d*, *e*, ceſſant de regarder le même point *g*. Planche II. Fig. 6.

S'il s'agit de tuer d'un coup de fuſil un Poiſſon dans l'eau, viſez un peu plus bas: la Réfraction fera monter la bale, & la portera dans le corps du Poiſſon. A la vérité, comme on ne peut tirer qu'à une petite profondeur, à cauſe de la grande réſiſtance de l'eau, & que la péſanteur du plomb, dont la viteſſe eſt affoiblie, détruit une partie de la Réfraction en le faiſant baiſſer; comme d'ailleurs on doit ſuppoſer que l'objet qu'on ſe propoſe de toucher, a une certaine étendue, il ſemble que dans la pratique ce changement de direction qu'éprouve le plomb en entrant dans l'eau, n'eſt point une choſe fort importante par elle-même, & qu'on pourroit la négliger. Mais il faut faire attention que le Poiſſon que nous voulons tirer, ne ſe voit que par des rayons de lumière qui viennent de lui à nous, qui paſſent obliquement de l'eau dans l'air, & qui étant par conſéquent dans le cas de la Réfraction, ne nous repréſentent point l'objet dans le vrai lieu où il eſt. Ce qu'il y a encore ici de plus néceſſaire à remarquer, c'eſt que la Réfraction de la Lumière ſe fait en ſens contraire de celle des autres Corps; deſorte que le lieu apparent du Poiſſon eſt plus élevé que ſon lieu réel:

ce qui donne de nouvelles forces à la raiſon qu'on auroit de tirer plus bas, quand on n'auroit égard qu'à la Réfraction du plomb.

D'où depend la Réfraction.

D. Quelles ſont les conditions d'où dépend la Réfraction?

R. La prémière de ces conditions eſt l'obliquité d'incidence de la part du Mobile. La ſeconde, qu'il y ait plus de réſiſtance dans un Milieu que dans l'autre.

Un Corps qui paſſe obliquement d'un Milieu plus rare, plus aiſé, dans un Milieu plus denſe, s'éloigne de la perpendiculaire imaginée à la ſurface du nouveau Milieu. Un Corps qui paſſe obliquement d'un Milieu plus denſe dans un autre qui l'eſt moins, s'approche de la perpendiculaire tirée à la ſurface du nouveau Milieu où le Corps entre.

Quand l'incidence d'un Mobile eſt trop oblique, la Réfraction ſe change en Réfléxion; de manière, par exemple, qu'une pierre ou une balle de plomb, au-lieu de paſſer de l'air dans l'eau, ſe relève après avoir touché la ſurface, & forme avec elle un angle presque ſemblable à celui qu'elle avoit fait en tombant. Dans ce cas, la ſurface de l'eau fait l'office d'un plan ſolide & impénétrable; elle détermine le Mobile à remonter de bas en haut, par une autre direction oblique, qui ſe trouve dans le même plan que celle de ſon incidence. Cette remarque doit ſervir de règle à ceux qui tirent dans l'eau. S'ils ne tirent pas de fort près ou d'un lieu élevé, la direction du coup peut devenir trop oblique, & le plomb pourroit bien ne pas entrer dans l'eau.

Où doit ſe

D. Où doit ſe trouver un Corps grave, que

que son propre poids fait tomber dans l'eau?

trouver un Corps qui tombe dans l'eau par son propre poids.

R. Il doit se trouver au fond, dans un endroit qui réponde perpendiculairement à celui de la surface par lequel il a passé en tombant. Mais il faut supposer pour cela que le fluïde soit en repos pendant le tems de la chute; parce que ce qui tombe dans une Rivière où dans un Torrent, est entraîné par le courant de l'eau en même tems qu'il obéit à la force de sa pésanteur. La figure du Corps qui s'enfonce dans un fluïde, contribue aussi beaucoup ou à lui faire garder ou à lui faire perdre sa prémière direction, indépendamment de la Réfraction; car cette figure peut être telle, qu'elle occasionne des inégalités dans la résistance du même Milieu. Si, par exemple, au-lieu de faire tomber dans l'eau un Corps sphérique, on se sert d'un hémisphère, & qu'on le dirige parallélement à sa partie plane; il ne gardera point sa prémière direction, il décrira une ligne courbe, quoique dans un lieu très uniforme, parce qu'il se trouvera plus arrêté d'un côté que de l'autre par le fluïde qu'il divise, à cause de sa figure. Nous voyons que les Oiseaux pesans, comme les Corbeaux, les Pigeons, &c. quand ils s'abattent après un long vol, ne manquent pas de courber leurs aîles & leur queue, pour se donner une figure convêxe en dessous; ce qui les dirige nécessairement dans une courbe fort allongée qui adoucit leur chute.

CHAPITRE XVII.

Du Mouvement de Réfléxion.

Mouvement de Réfléxion.

D. Qu'est-ce que le Mouvement de Réfléxion?

R. C'est celui d'un Corps qui réjaillit à la rencontre d'un autre. Si vous jettez une Bille obliquement sur un plan, elle s'élève après le choc du plan, & s'en va de l'autre côté par un Mouvement qu'on appelle Mouvement réfléchi ou de Réfléxion.

Planche II. Fig. 7.

D. Quelle est la raison de ce phénomène?

R. Le Mouvement oblique de la Bille *a*, *b*, est composé de deux directions, l'une parallèle *a*, *c*, l'autre *a*, *d*, perpendiculaire au plan. Le plan étant impénétrable à la Bille, & opposé directement à la direction perpendiculaire en embas, il la change dans une direction perpendiculaire en enhaut: mais la direction parallèle reste; comme elle est parallèle au plan, elle ne rencontre pas le plan, & le plan ne la change nullement. Après la rencontre du plan, la Bille doit donc prendre un milieu *b*, *c*, pour donner à ces deux directions ce qui leur convient, selon leurs forces, elle le prend, & voila le Mouvement de Réfléxion. Ce Mouvement fait avec le plan un Angle, qu'on appelle Angle de Réfléxion, comme le Mouvement qui vient frapper le plan, fait avec le plan un Angle, qu'on appelle Angle d'Incidence.

D. L'An-

D. L'Angle de Réfléxion doit-il être égal à l'Angle d'Incidence?

Si l'Angle de Réfléxion est égal à l'Angle d'Incidence.

R. Si dans la chute & dans le choc le Corps ne perd rien de sa force, & qu'aucune des deux directions ne diminue, les deux Angles doivent être égaux; puisque dans la chute, & après le choc, le Corps mu doit décrire une ligne également distante de la parallèle & de la perpendiculaire, pour se livrer également à des forces, à des directions égales. Mais s'il perd de sa force; si la direction perpendiculaire diminue, & diminue plus que la parallèle, comme il arrive dans les Corps sensibles, l'Angle de Réfléxion doit être plus petit, puisque le Corps qui se meut, doit donner plus à la direction parallèle qu'à la perpendiculaire devenue plus foible.

D. Quelle est-la cause de la Réfléxion?

Cause de la Réfléxion.

R. C'est le Ressort. Mais il est bon de remarquer, que les effets sont souvent en partie détruits, soit par la pésanteur du Mobile, soit par la résistance de l'air, soit parce qu'il n'y a aucun Corps solide qui ait un ressort parfait, ou qui n'en ait pas du tout. Les Corps sans ressort, ou dont l'élasticité est fort imparfaite, sont plus propres que d'autres à rompre les effets violens, parce qu'ils retardent par degrés la vitesse du Mobile, & qu'ils le réduisent au repos en cédant de plus en moins.

D. Quelle est la raison des effets de ce jeu d'enfans que l'on connoit sous le nom de Ricochets?

Raisons des effets du Jeu de Ricochets.

R. La petite pierre platte & ronde, un peu tranchante par les bords, plus épaisse du milieu, qui va rapidement & oblique-

ment friser & effleurer la surface de l'eau, a ses deux directions ; l'une parallèle & beaucoup plus forte, l'autre perpendiculaire en embas & beaucoup plus foible. Le plan de l'eau change d'abord par sa résistance la direction perpendiculaire en embas, dans une direction perpendiculaire en enhaut; & la pierre se réfléchit, selon la règle, par une ligne moyenne & oblique. Puis la pésanteur change à son tour la direction perpendiculaire en enhaut, dans une direction perpendiculaire en embas, tandis que la direction parallèle dure encore; & la pierre s'en va de nouveau par une ligne oblique raser la surface de l'eau. Ce jeu continue par la même raison, jusqu'à ce que la pierre ayant perdu son mouvement, s'enfonce par la force de la pésanteur. C'est par la raison des Ricochets qu'un boulet de canon, après avoir effleuré la surface de la Mer, se réfléchit quelquefois, pour aller porter la mort sur le tillac d'un Vaisseau.

CHAPITRE XVIII.

Du Choc des Corps, & de la Résistance des Milieux.

Remarques generales sur le Choc des Corps.

D. QUe doit-on observer pour découvrir & concevoir plus facilement le Choc des Corps?

R. Il faut supposer, 1. que les Corps durs qui se choquent, sont parfaitement

durs

durs (*a*); 2. que les Corps à ressort, ont un ressort parfait; 3. que les Corps mous sont parfaitement mous, s'aplatissant par le Choc, sans se rétablir en aucune manière; 4. que le mouvement de ces Corps se fait dans un Milieu sans résistance & sans frottement.

Il faut encore observer qu'il y a entre deux Corps qui se choquent, un espace à parcourir, ou par l'un des deux entierement, ou en partie par l'un, & en partie par l'autre. Cet espace ne peut être parcouru que dans un certain tems, & la durée de ce tems mesure la vitesse respective de ces deux Corps. On appelle vitesse respective, celle avec laquelle la distance diminue, soit que l'un des deux Corps reste en repos, soit qu'ils se meuvent tous deux dans le même sens, ou en sens contraires, également, plus ou moins vite l'un que l'autre.

Outre la vitesse respective, il faut de plus considérer les masses; car le Corps choqué oppose son inertie au Corps choquant, & cette résistance se mesure par la quantité de matière contenue sous le même volume. Une grande masse reçoit moins de vitesse qu'une plus petite; &, pour faire

(*a*) Philosophiquement parlant, un Corps s'apelle dur, lorsque ses parties tiennent ensemble, & ne sauroient se déranger tant soit peu sans que le Corps se rompe. On ne connoit aucun Corps auquel cette définition convienne exactement; mais on regarde les Corps comme plus durs, à mesure qu'ils aprochent davantage de cette parfaite dureté. Tous les Corps que nous nommons durs sont réellement élastiques.

re prendre plus de mouvement à un même Corps, il en faut donner auſſi davantage au Mobile qui doit le communiquer, parce que l'inertie réſiſte non-ſeulement au mouvement, mais auſſi à un plus grand mouvement.

Effet des Corps élaſtiques.

La proprieté qu'ont les Corps élaſtiques, de reprendre leur prémière figure, fait qu'ils ſe repouſſent; c'eſt-pourquoi ils ſe ſéparent après le Choc. Les parties frappées, en reprenant leur prémière figure, preſſent le Corps par l'action duquel elles ont été enfoncées, & cette preſſion engendre une nouvelle force.

Pendant que les parties des Corps s'enfoncent, la force qui ſurmonte la Cohéſion eſt détruite; donc un Corps ne ſauroit en frapper un autre, ou deux Corps ne ſauroient ſe frapper mutuellement, ſans que la ſomme des forces ſoit diminuée. Dans le Choc il n'y a d'autre force détruite que celle qui eſt employée à enfoncer les parties.

Choc direct.

D. Qu'eſt-ce que le Choc direct?

R. C'eſt celui de deux Corps, dont les centres de gravité ſe trouvent dans la direction de leurs mouvemens. En tout autre cas le Choc eſt appellé oblique.

Loix du Choc des Corps durs non élaſtiques.

D. Quelles ſont les Loix du Choc des Corps durs non élaſtiques?

R. En voici les principales.

1. Un Corps qui vient frapper un Corps en repos, lui donne de ſa force à proportion des deux maſſes. Si le Corps qui frappe a une maſſe égale, il donne la moitié de ſa force; s'il eſt double, il en donne un tiers; s'il eſt ſoudouble, il en donne deux tiers, &c.

2. Un

2. Un Corps qui va plus vite, frappant celui qui le précède, partage l'excès de viteſſe à proportion de leur maſſe, pour aller enſemble après le Choc avec la même viteſſe. Quand le Corps qui a le plus de viteſſe rencontre celui qui en a moins, la lenteur de l'un fait obſtacle à l'autre; mais cet obſtacle eſt mobile, & il doit partager l'excès de viteſſe du Corps choquant, à raiſon de ſa maſſe, ſuivant la règle précédente.

3. Si deux Corps ſe choquent avec des forces égales & contraires, ils ſe réfléchiſſene avec les mêmes forces. Puisqu'ils ne font victorieux ni l'un ni l'autre, il faut bien qu'ils retournent ſur leurs pas avec les mêmes forces. Ils ne predent point de leurs forces, puiſqu'ils n'en communiquent point, car en communiquer c'eſt l'emporter.

4. Si deux Corps ſe choquent avec des directions contraires & des forces inégales, ils vont après le Choc vers le même endroit, ſelon la direction du plus fort. Dans ce cas le plus fort doit l'emporter, s'il communique de ſon excès de force; il ne fait que le partager, à proportion des deux maſſes, pour ôter tout obſtacle à la direction.

5. Le ſeul cas où deux Corps mus en ſens contraires, reſtent en repos, eſt, lorsqu'après le Choc les viteſſes ſont en raiſon inverſe des maſſes. De part & d'autre la force ou la puiſſance eſt retenue en équilibre, & cet équilibre fait naître le repos dans les deux Mobiles.

6. Des Corps inégaux, mus dans des ſens oppoſés, ne reſtent pas en repos après

le Choc, à moins qu'ils n'ayent des forces inégales.

7. Un Corps qui eſt en mouvement, peut ſans aucune Percuſſion, communiquer du mouvement à un autre Corps, en n'agiſſant ſur lui que par la Preſſion.

8. L'action d'un Corps ne diminue point ſa force, ni par conſéquent ſa viteſſe, à moins que cette action ne faſſe changer de place à l'obſtacle, ou à quelqu'une des parties dont l'obſtacle eſt composé.

Remarque ſur les Loix précédentes des Corps durs.

Dans le Choc des Corps durs non élaſtiques on obſerve toujours deux effets principaux, une communication de mouvement du Corps choquant au Corps choqué, & un changement de figure ou applatiſſement à l'un & à l'autre, à l'endroit du contact. La cauſe de ces deux effets eſt la Percuſſion. L'applatiſſement dépend particulierement de la réſiſtance plus ou moins longue du Corps choqué; c'eſt-pourquoi, quand même la viteſſe reſpective ſeroit toujours la même, la grandeur des applatiſſemens varieroit toujours, ſuivant le raport des maſſes qui ſe choquent.

Remarques ſur le Choc des Corps élaſtiques.

Les Corps élaſtiques qui ſe choquent, ſe ſéparent après le Choc; mais la force qu'ils ont en ſe ſéparant, eſt différente dans des circonſtances ſemblables, à cauſe de la différence d'Elaſticité dans différens Corps.

Le Reſſort ou l'Elaſticité parfaite eſt celle qui fait qu'un Corps changé par le Choc, quant à ſa figure, la reprend comme de lui-même avec une force égale à celle qui l'a changé. Donc la force, par laquelle un Corps à reſſort ſe rétablit, eſt égale à celle qui l'a changé, applati, enfoncé.

On

On ne connoit point de Corps, dont l'Elaſticité ſoit parfaite, mais on la ſuppoſe telle dans les règles générales qu'on donne du Choc des Corps élaſtiques. L'Elaſticité imparfaite eſt ſuſceptible d'un nombre infini de degrés, & l'on doit tâcher de découvrir combien cette Elaſticité diffère de l'Elaſticité parfaite dans tels ou tels Corps particuliers, afin de pouvoir déterminer jusqu'à quel point les mouvemens de ces Corps s'écartent des règles générales.

Il y a deux ſortes de mouvemens dans la percuſſion des Corps élaſtiques, l'un qui eſt indépendant du Reſſort, & que l'on peut nommer Mouvement primitif; l'autre qui nait de la réaction des Corps applatis ou comprimés dans le Choc, & que l'on peut appeller Mouvement de Reſſort, Mouvement réfléchi, ou Réaction.

D. Quelles ſont les Loix du Choc des Corps élaſtiques? Loix du Choc des Corps élaſtiques.

R. En voici les principales. Les deux prémières ſervent à déterminer les viteſſes des Corps élaſtiques.

1. Si par le Choc de deux Corps, qu'on ſuppoſe non-élaſtiques, la viteſſe de l'un eſt augmentée, le double de l'augmentation doit être ajouté à la prémière viteſſe, pour déterminer la viteſſe après le Choc, en cas que les Corps ſoient élaſtiques.

2. Deux Corps non-élaſtiques venant à ſe choquer, ſi l'un perd une partie de ſa viteſſe, la partie perdue doit être doublée & ſouſtraite de la prémière viteſſe, pour déterminer la viteſſe après le Choc, quand les Corps ſont élaſtiques.

3. Si un Corps va frapper un autre Corps plus petit & en repos, ils vont tous deux

vers le même endroit; mais le plus petit va plus vite. Si le plus petit va choquer le plus grand en repos, ce plus grand le repousse.

4. Lorsque deux Corps se rencontrent avec forces égales, ils sont repoussés avec les mêmes forces.

5. Si un Corps frappe un Corps égal & en repos, ils changent d'état; le prémier se repose, le second part. Si on range sur une ligne quelques Billes égales contigues, une Bille qui va choquer la prémière, fait partir la dernière.

6. Un Corps élastique, qui vient frapper un Corps élastique & immobile, revient avec la même vitesse avec laquelle il l'a frappé. Si la direction est perpendiculaire à l'obstacle, il revient aussi par la même ligne.

7. Un Ressort plié, placé entre deux Corps en repos, lorsqu'il se débande, met ces deux Corps en mouvement. Si la pression qui fait tenir ensemble les parties de ces Corps, surpasse les efforts du Ressort contre ces Corps, toute l'action du Ressort est consumée à mouvoir les Corps, puisqu'il n'y a aucun enfoncement de parties; & la somme des forces communiquées aux Corps, vaut la force avec laquelle le Ressort a été plié.

8. Un Ressort qui est transporté du côté vers lequel il agit, communique au Corps toute la force avec laquelle il se débande, & imprime outre cela à ce Corps une force qui vaut l'action par laquelle le Ressort est transporté pendant qu'il se débande.

9. Il suit de la règle précédente, que quand l'obstacle n'empêche qu'en partie le

Res-

Ressort de se débander, le Ressort déploie du côté opposé toute sa force, moins celle qu'il emploie à mouvoir l'obstacle.

Loix du Choc des Corps mous.

D. Quelles sont les Loix du Choc des Corps mous ?

R. Dès que l'on comprend les règles observées dans le Choc des Corps durs & des Corps à ressort, il est aisé d'appercevoir celles qui doivent être suivies des Corps mous.

Si, par exemple, deux Corps parfaitement mous viennent se choquer avec des forces égales, ils demeurent en repos après le Choc. Ces Corps perdent leurs forces comme les Corps à ressort, & ces forces passent dans les parties insensibles, qui se choquent, qui se brisent, qui se réfléchissent. Mais rien ne rend à ces Corps leurs forces communes, puisqu'ils n'ont point de ressort; ils demeureront donc en repos après le Choc.

Remarque sur le Choc de tous les Corps.

Comme parmi les Corps il n'y en a apparemment point, qui soient ni parfaitement durs, ni à ressort parfait, ni absolument mous; ils doivent suivre les Loix que nous avons établies, plus ou moins exactement, à proportion qu'ils approchent plus ou moins des Corps parfaitement durs, des Corps à ressort parfait, ou des Corps parfaitement mous.

Résistance des Milieux.

D. Qu'y a-t-il à observer touchant la Résistance qu'éprouvent les Corps mus de la part des Milieux ?

R. Les Milieux, quoïque fluïdes, résistent au mouvement, [& cette résistance peut venir ou de l'inertie, qui est toujours proportionnelle à la masse des Corps, ou de la grandeur même de leur masse. L'inertie s'op-

s'oppose au déplacement des Fluïdes; & plus un Milieu a de densité, plus il fait de résistance. La résistance que font les Fluïdes vient aussi de la grandeur de leur masse. Une pinte d'eau, par exemple, pèse plus qu'une chopine d'eau: ainsi le même Milieu en pareilles circonstances résiste à proportion de la quantité qu'on en déplace, & cette quantité doit être mesurée par la surface antérieure du Corps qui s'y meut, & par l'espace qu'on lui fait parcourir.

C'est une règle générale que deux Corps égaux de masse & de volume, parcourant avec des vitesses égales des Fluïdes de différente densité, perdent de leur vitesse à raison de la densité des Milieux qu'ils parcourent (*a*).

CHAPITRE XIX.

De la Gravité ou Pésanteur, & du Poids des Corps.

Ce que c'est que la Gravité ou Pésanteur.

D. QU'est-ce que la Pésanteur?

R. C'est cette force par laquelle tout Corps tombe vers le centre de la Terre, lorsqu'il n'est retenu par aucun obstacle.

D.

(*a*) Cette matière de la Résistance des Milieux demande beaucoup de discussions, & se trouve traitée à fond dans le Tome I pag. 489 des *Elémens de Physique de 's Gravesande.*

D. Cette proprieté convient-elle auſſi aux Corps qu'on nomme légers, comme à la plume, aux floccons de Laine, aux exhalaiſons, à la fumée, puiſque ces Corps ſe meuvent de bas en haut?

Si cette proprieté convient aux Corps légers.

R. Elle leur convient également. Ces Corps n'affectent cette direction contraire à celle de la Péſanteur, que parce qu'ils ſont dans certaines circonſtances qui les y forcent. Dans un Milieu non réſiſtant, comme dans la Machine du Vuide, tous les Corps tombent en même tems au fond, dès qu'ils ſont abandonnés à eux-mêmes; la Plume la plus légère y parvient auſſitôt qu'un morceau d'Or ou de Plomb. C'eſt une expérience qui ne manque jamais de réuſſir.

D. Quelle eſt donc la cauſe de l'élévation de ces Corps légers?

Cauſe de leur élévation.

R. C'eſt qu'ils ont moins de poids ou de matière que l'Air, ſous un même volume. Lorſque l'Air eſt dans ſon état naturel, il élève les vapeurs, la fumée, parce qu'à volume égal il a plus de poids; mais quand on l'a raréfié, c'eſt-à-dire, quand on a diminué le nombre des parties péſantes de ce volume égal, il ne peut plus les élever, il ne peut pas même les ſoutenir, & la fumée répandue dans un vaſe, ou Récipient, ſe trouvant alors plus péſante, rélativement à l'Air qui a changé de denſité, le déplace à ſon tour par ſa Gravité naturelle.

D. Quelles ſont les forces que la Gravité produit dans les Corps?

Force que la Gravité produit dans les Corps.

R. Elle produit la Force morte, ou la Force vive. Quand les Corps ſont retenus par un obſtacle invincible, la Gravité qui leur fait preſſer cet obſtacle, produit alors une

une Force morte, car elle n'opère aucun effet. Mais lorsque rien ne retient les Corps, alors la Gravité produit une Force vive dans ces Corps, puisqu'elle les fait tomber vers la surface de la Terre.

Différence entre la Pésanteur & le Poids.

D. Quelle différence mettez-vous entre la Pésanteur & le Poids?

R. La Pésanteur est cette force qui sollicite les Corps à descendre; & le Poids, c'est la somme des parties pesantes qui sont contenues sous le même volume. La Pésanteur appartient également à toutes les parties d'un même Corps; qu'elles soient unies ou séparées, cette force n'est ni augmentée, ni diminuée: mais le poids d'un Corps change comme la quantité de matière qui le compose. Un petit Corps a autant de pésanteur qu'un plus grand, quoiqu'il ait moins de poids, parce que l'un & l'autre tendent de haut en bas avec la même vitesse.

Si la Gravité agit toujours également.

D. La Gravité agit-elle également sur les Corps à chaque instant, soit qu'ils soient en repos, soit qu'ils soient en mouvement?

R. Oui; & c'est par-là qu'on explique pourquoi les Corps pesent sur les obstacles qui les retiennent.

Raison de la différence des pressions, tirée de la différence de la Pésanteur.

D. Pourquoi un Corps, qui a cent parties de matière propre, pese-t-il dix fois davantage sur l'obstacle qui le soutient, que le Corps qui n'en a que dix, quoique ces deux Corps tombent également vite?

R. Les Corps ne pressant l'obstacle qui les soutient que par l'effort qu'ils font pour obéir à la force de la Gravité qui agit sans cesse sur eux, il s'ensuit que cette force agira comme cent sur celui qui a cent parties de matière, & comme dix sur celui qui n'en a que dix.

D.

D. Quelle eſt la ligne que ſuivent les Corps en tombant vers la Terre?

Ligne que ſuivent les Corps en tombant vers la Terre.

R. Ils ſuivent une ligne perpendiculaire à l'horizon; & ſi cette ligne étoit prolongée, elle paſſeroit par le centre de la Terre, ſuppoſé que la Terre fût parfaitement ſphérique; mais la Terre étant un Sphéroïde applati vers les Poles, & élevé vers l'Equateur ſelon les meſures par lesquelles Mrs. de Maupertius, Clairaut, & les autres Académiciens qui ont été au Pole, viennent de fixer ſa meſure, la ligne de direction des Graves ne tend point directement au centre de la Terre, mais leur lieu de tendance ſe trouve être un certain eſpace autour de ce centre.

D. Sait-on quelle eſt la cauſe de cette force qui fait tomber les Corps vers la Terre?

Quelle eſt la cauſe qui fait tomber les Corps vers la Terre.

R. Les uns diſent que c'eſt l'effet de quelque matière inviſible; mais les preuves qu'ils en donnent ſont ſujettes à des difficultés inſurmontables. Newton regarde la Péſanteur des Corps comme la ſuite naturelle d'une Gravitation générale, qu'on obſerve dans toute la Nature; mais il ſemble que c'eſt abandonner la cauſe pour s'attacher à l'effet. Les Newtoniens d'aujourdhui attribuent la Péſanteur à la tendance ou Attraction réciproque, que tous les Corps ont naturellement les uns vers les autres, par la ſeule volonté de Dieu. Suivant Gaſſendi, la chute des Corps eſt produite par certains écoulemens d'une matière qui agit comme celle de l'Aiman; mais il n'a point prouvé l'exiſtance de cette matière.

Pour expliquer ce phénomène ſi ordinai-

re & ſi ſurprenant de la Péſanteur, Deſcartes a ſuppoſé que la Terre eſt entourée d'un grand Tourbillon de matière ſubtile, qui circule autour d'elle d'Occident en Orient, & qui l'emporte dans ſa rotation journalière, & que cette matière ſubtile repouſſe les Corps peſans vers la Terre, par la ſupériorité de la Force centrifuge qu'elle aquiert en tournant. Cette explication tout-à-fait ſimple & ingénieuſe, eſt ſujette à de grandes difficultés, puiſqu'alors les Corps ne devroient point tomber ſelon la progreſſion découverte par Galilée, & qu'au-lieu d'être dirigés vers le centre de la Terre dans leur chute, ils devroient tendre perpendiculairement à ſon axe. Mr. Huyghens a répondu à ces difficultés, en ſuppoſant que la matière qui fait la Péſanteur, va dix-ſept fois plus vite que la Terre, & que le mouvement de cette matière ſe fait en tout ſens.

Si la Péſanteur eſt toujours la même à différentes diſtances de la Terre.

D. La Péſanteur eſt-elle toujours la même à une diſtance plus ou moins grande de la Terre?

R. En général la Péſanteur abſolue d'un Corps ne varie point, tant que ſa quantité de matière eſt la même; mais, ſi l'on conſidère la Péſanteur comme la viteſſe actuelle avec laquelle le Corps grave ſe porte de haut en bas, il s'en faut bien qu'elle ſoit la même au commencement ou à la fin de la chute. Quelle que puiſſe être la cauſe de la Gravité, il faut concevoir cette force comme ſi elle étoit placée dans le Mobile même, ſur lequel elle agit. Toutes choſes égales d'ailleurs, une balle de plomb qui a cedé à ſa Péſanteur pendant l'eſpace d'une ſeconde, a une viteſſe actuelle plus grande,

de, que celle qui ne feroit tombée que pendant une demi-feconde.

Plufieurs expériences nous font connoître que la viteffe des Corps qui tombent librement, s'augmente par une chute plus longue; elles nous donnent même la mefure de cet accroiffement, en faifant voir qu'il eft proportionel à la hauteur. Il n'y a perfonne qui ne fache, que la chute d'une pierre eft d'autant plus à craindre qu'elle vient de plus haut.

D. Quel eft le fentiment de Newton fur cette matière?

Sentiment de Newton fur cette matière.

R. Il nous affure que cette puiffance fecrete, qui follicite les Corps à tomber vers la Terre, agit moins fur eux quand ils en font plus éloignés; il fait plus, il nous donne des règles pour évaluer cette diminution; &, comme s'il eût porté la balance jufqu'à la Lune, il veut que l'on croie qu'une pierre qui commenceroit à tomber de cet Aftre, tomberoit à une telle hauteur 3600 fois plus lentement qu'elle ne fait aux environs de la furface de la Terre. C'eft ce que ce Philofophe a appuié fur des preuves & fur des démonftrations qui tiennent contre l'examen le plus rigoureux.

D. La Péfanteur eft-elle la même dans tous les endroits de la Terre?

Si la Péfanteur eft la même dans tous les endroits de la Terre.

R. Non; elle eft plus grande près des Poles que près de l'Equateur. On fait par plufieurs expériences qu'il faut racourcir le Pendule dans les Païs qui font proche de l'Equateur, fi l'on veut qu'il y faffe fes vibrations en auffi peu de tems qu'à Paris.

CHA-

CHAPITRE XX.

Des Forces centrales.

Forces centrales. *D.* QU'appellez-vous Forces centrales ?

R. On donne ce nom aux Forces qui produiſent le mouvement d'un Mobile, qui tend continuellement à s'éloigner du centre de ſon mouvement, ou à s'en aprocher.

Force centrifuge. *D.* Qu'eſt-ce que la Force centrifuge ?

R. C'eſt celle avec laquelle un Mobile tâche de s'éloigner du Centre.

Force centripète. *D.* Qu'eſt-ce que la Force centripète ?

R. C'eſt celle avec laquelle un Corps eſt tiré ou pouſſé vers le Centre.

Remarques ſur ces Forces. La Force centrifuge & la Force centripète ſont égales entre elles ; car elles agiſſent dans un ſens contraire, & s'entredétruiſent. Le Mobile eſt retenu par ſa Force centripète dans la Courbe, dont ſa Force centrifuge tâche de l'éloigner. La Fronde tournée en rond, eſt également tendue des deux côtés, & la pierre tâche de s'éloigner de la main, avec la même force qui la retient, ou qui la retire vers la main.

Un Corps jetté par une Force qui tend vers un Centre, ſe meut dans un plan qui paſſe par la ligne ſuivant laquelle ſe fait la projection, & par le Centre des Forces.

Quand un Corps ſe meut autour d'un Centre, & qu'en ſe mouvant il s'approche davantage de ce Centre, ſon mouvement

eſt

eſt accéléré; & retardé au contraire, s'il s'en éloigne.

Pour pouvoir aſſigner la meſure des Forces centrales, il faut les comparer enſemble, car elles diffèrent non ſeulement à l'égard de la quantité de la matière, mais auſſi par raport à la diſtance du Centre, & par raport à la viteſſe avec laquelle les Corps font leurs révolutions.

Comment on peut aſſigner la meſure des Forces centrales.

On appelle Tems périodique, celui qu'un Mobile emploie pour achever une révolution entière autour d'un Centre.

Tems périodique.

Les Forces centrifuges de deux Corps, qui ſe meuvent avec la même viteſſe, & à égale diſtance du Centre, ſont entre elles comme leurs péſanteurs.

Règles concernant les Forces centrifuges.

Si deux Corps égaux ont le même Tems périodique, mais qu'ils ſoient dans des diſtances différentes du Centre, leurs Forces centrifuges ſeront comme les diſtances des Centres.

Tous les Corps indiſtinctement, en quelque état qu'ils puiſſent être, aquièrent une Force centrifuge en tournant. Ainſi le mouvement circulaire eſt la ſource de la Force centrifuge, & cette Force augmente à proportion de la viteſſe. La liaiſon des parties ou leur fluïdité ne change rien à cet égard.

Les exemples des Toupies & des Pirouettes nous font voir que la Force centrifuge ſe met en équilibre avec elle-même, dans les Corps dont l'axe ou le Centre de gravité ne circule point. Les Soleils qu'on fait paroître dans les Feux d'artifice, deviennent plus grands & plus beaux par leur mouvement de rotation; car le Salpêtre enflammé ſe répand par une infinité de Tangen-

gentes, & forme un plan plus étendu qu'il ne pourroit être s'il bruloit sans tourner.

Usage des Forces centrifuges dans la Méchanique.

On a commencé à faire usage des Forces centrifuges dans la Méchanique. On a construit des Pompes, où la Force centrifuge est appliquée d'une manière ingénieuse. On a fait aussi sur le même principe des Souflets de forges, & des espèces de Cribles ou Vans, pour nétoyer le Blé. La partie principale de ces Machines est toujours un Axe garni de Volans, qu'on fait tourner dans un Tambour.

Et des Forces centrales dans la Physique.

Les Forces centrales sont aussi d'un très grand usage dans la Physique, & sur-tout dans l'Astronomie. Les mouvemens des Corps célestes doivent être expliqués selon les principes de ces Forces. Si la Lune tourne autour de la Terre, la Terre elle-même & les autres Planètes autour du Soleil; c'est que tous ces Astres sont sollicités en même tems par deux Puissances; d'un côté la Force centrifuge, qui résulte de leur mouvement presque circulaire, tend à les éloigner du Centre de cette révolution; du côté opposé, ils sont retenus par une Force centripète, dont l'existance est reconnue de tous les Philosophes, quoiqu'ils soient encore peu d'accord sur la nature de sa cause. Si l'une de ces deux Forces cessoit d'agir, ces grands Mobiles viendroient se précipiter au Centre du Monde, ou bien ils iroient se perdre dans l'immensité des Cieux (a).

CHA-

(a) On peut consulter sur cette importante matière, Huyghens, Newton, Bernoulli, Keill, 's Gravesande, l'Abbé Nollet, Musschenbroek.

CHAPITRE XXI.

De la Méchanique en général.

D. QU'est-ce que la Méchanique? *Ce que c'est que la Méchanique.*
R. C'est la Science de mouvoir les Corps avec de moindres forces & en moins de tems, c'est-à-dire, qu'une Puissance dirigée par les règles de cette Science, produit un mouvement & plus grand & plus accéléré, que ne feroit une autre Puissance simplement appliquée.

D. Quel est l'objet de la Méchanique? *Son objet.*
R. Ce sont les Machines, avec les avantages qui en résultent.

D. Qu'entendez-vous par le nom de Machines? *Ce qu'on entend par Machines.*
R. Les Machines sont certains Corps ou assemblages d'une construction plus ou moins simple, qui transmettent l'action d'une Puissance sur une résistance, & qui la font croître ou diminuer en variant les vitesses.

D. Combien distingue-t-on de sortes de Machines? *Combien de sortes de Machines.*
R. Il y en a de deux sortes, des simples & des composées. Les Machines simples sont le Lévier, le Plan incliné & les Cordes. Les Machines composées naissent de la combinaison de celles qui sont simples.

D. Quelles sont les Machines les plus ordinaires? *Machines les plus ordinaires.*
R. Ce sont les Léviers, les Balances à bras égaux ou inégaux, les Poulies simples

ou composées, les Poulies dormantes & les mobiles, les Moufles différemment assorties, le Treuil & tous les Cabestans, la Grue & la Calandre, les Roues engrénées dans des pignons, le Cric & les Moulins.

Utilité de la Méchanique.

D. Quelle est l'utilité de la Méchanique?

R. L'Homme en retire des avantages infinis. „ A l'aide de la Méchanique, dit un „ Auteur célèbre, ce petit Etre, haut de „ cinq à six pieds, & pourvu de deux bras, „ va expédier autant d'ouvrage, qu'un „ Géant qu'on imagineroit en avoir mille. „ Les grands objets dont la Nature est plei-„ ne, sembleroient devoir à tout propos „ le conduire au desespoir. Que devien-„ dra-t-il sous l'effort des grands Vents? „ Avec la Méchanique il tient la Nature „ en bride: les Vents deviennent ses Ser-„ viteurs en le portant au-delà des Mers: „ il construit des Bâtimens qui serviront à „ ses Arrière-neveux. Otez la Méchani-„ que à l'Homme, vous le réduisez à des „ pensées stériles. La Méchanique a fait „ tout ce qu'il y a de plus beau sur la „ Terre.

Productions que nous devons à la Méchanique.

Qu'on juge de ce qu'on peut attendre de cette Science, par les productions dont nous jouissons actuellement. Les Moulins qui nous préparent la farine, ceux qui foulent nos étofes, ou qui nous tirent l'huile des Végétaux; les différentes Pompes qui élèvent l'eau pour nos usages & pour la décoration de nos Jardins; les Voitures qui nous épargnent tant de fatigues, & qui rendent les transports si faciles & si commodes; les Poulies, les Grues, les Cabestans, dont l'application est si avantageuse & si fréquente dans l'Architecture & dans la Na-

Navigation ; les Ponts-levis, & quantité d'autres moyens dont on se sert pour défendre les Places, ne sont-ils pas autant de Machines dont on sent tous les jours l'utilité, & qui deviennent même nécessaires selon les circonstances ?

D. Quelles Sciences doit posséder celui qui veut se rendre habile dans la Méchanique ?

Sciences nécessaires à un Méchanicien.

R. Il faut qu'il ait des connoissances suffisantes des Mathématiques & de la Physique. Un Méchanicien doit non seulement estimer & mesurer des forces contraires rélativement à leurs positions respectives ; mais il faut encore qu'il sache distinguer quelle est la nature de ces forces, ce qui peut s'y mêler d'étranger, par la qualité des matières qu'on emploie, par la circonstance du lieu, du tems, &c. Celui qui ne seroit ni Géomètre, ni Physicien, travailleroit absolument en aveugle, & ne pourroit se flatter de réussir que par un pur hazard ; souvent après bien des tentatives inutiles, pénibles, & presque toujours dispendieuses.

D. Qui sont ceux qui se sont appliqués particulierement à la Méchanique ?

Fameux Méchaniciens.

R. Archytas, Eudoxus, Aristote, Archimède, parmi les Anciens ; Oughtred, Wallis, Mariotte, Amontons, de la Hire, Varignon, 's Gravesande, parmi les Modernes, se sont distingués dans cette Science, par les découvertes & les progrès qu'ils y ont faits.

D. Quelles sont les Sciences qui font partie de la Méchanique ?

Sciences qui font partie de la Méchanique.

R. Ce sont la Statique & l'Hydrostatique. La Statique s'applique à la connoissance des Poids, des Centres de gravité, &

de l'Equilibre des Corps. L'Hydroſtatique examine les proprietés & la conduite des Fluïdes.

Ce qu'il y a à diſtinguer dans une Machine.

D. Combien de choſes y a-t-il à diſtinguer dans une Machine?

R. Il y en a quatre principales, qui ſont, 1. le Centre de mouvement, l'Hypomochlion, ou le Point d'appui, ſur lequel agiſſent les forces oppoſées ; 2. le Poids ou l'Obſtacle à vaincre, qu'on appelle la Réſiſtance; 3. l'effort oppoſé, qui porte le nom de Puiſſance ou de Force motrice; 4. la viteſſe avec laquelle on fait mouvoir la Puiſſance & la Réſiſtance.

Centre de Mouvement ou Point d'appui.

D. Qu'eſt-ce que le Centre de mouvement ou le Point d'appui?

R. C'eſt cette partie d'une Machine autour de laquelle les autres ſe meuvent. C'eſt, par exemple, dans une Balance, l'endroit de la chaſſe, ſur lequel repoſe l'axe du fleau: c'eſt, dans une roue de Caroſſe, l'extrémité du rayon qui touche actuellement le terrein lorſqu'elle roule: c'eſt la penture d'une Porte, l'axe d'une Poulie.

Si ce Centre eſt toujours un ſeul Point fixe.

D. Le Centre de mouvement eſt-il toujours un ſeul Point fixe?

R. C'eſt ſouvent une ſuite de Points qui forment une ligne: tel eſt l'axe d'une Sphère, telles ſont les Charnières, & tout ce qui en fait l'office.

D. Le Point d'appui eſt-il toujours fixe?

R. Très ſouvent il n'eſt fixe que rélativement à la révolution dont il eſt le centre; il peut être mobile d'ailleurs. Tel eſt, par exemple, l'eſſieu d'une Charette, qui eſt emporté dans une direction parallèle au terrein, pendant qu'il eſt le centre du mouvement des roues. Quelquefois même c'eſt

l'action d'un Corps animé qui sert d'appui, comme lorsque deux hommes portent ensemble quelque fardeau sur un Bâton, dont ils soutiennent chacun un bout : l'un des deux, indifféremment, peut être regardé, ou comme Puissance, ou comme Point d'appui.

D. Qu'est-ce que la Résistance?

Ce que c'est que la Résistance.

R. C'est cette Force ou l'Obstacle qui s'oppose au mouvement de la Machine que la Puissance anime ou fait mouvoir. Tel est un bloc de pierre ou de marbre, qui résiste par son poids à l'action des hommes qui font effort pour le traîner ou pour l'enlever, par le moyen d'un Treuil ou de quelque autre Machine. La Résistance n'est pas toujours une quantité constante, comme un poids qu'on veut enlever : souvent ce sont des ressorts à tendre, des corps à diviser, des fluïdes à soutenir; &, en pareil cas, la Puissance a plus ou moins à faire au commencement de son action qu'à la fin. La Machine doit toujours être proportionnée de façon, que la Résistance se trouve toujours inférieure à la Force motrice.

D. Qu'est-ce que la Puissance ou Force motrice?

Et la Puissance ou Force motrice.

R. La Puissance est une Force quelconque, ou plusieurs ensemble, qui concourent à vaincre un obstacle, ou à soutenir son effort. Ainsi les Hommes ou le Cheval qui remontent un Bateau contre le courant de la Rivière, le poids d'un Tourne-broche, ceux d'une Horloge ou d'une Pendule, doivent être regardés comme la Puissance ou Force motrice.

Une règle générale à laquelle il est bon de

Règle générale à

observer. de faire attention, c'eſt que dans quelque Machine que ce ſoit, lorſque la Puiſſance eſt en équilibre avec un Poids, ou en général avec une Réſiſtance, elle ſurmonte, pour peu qu'on l'augmente, cette réſiſtance, pourvu qu'il n'y ait point de Frottement; car lorſqu'il y a du Frottement, il faut qu'il ſoit auſſi ſurmonté par la Puiſſance.

Choſes qui peuvent tenir lieu de Forces motrices.

D. Quelles ſont les choſes qui peuvent faire l'office de Forces motrices?

R. On peut mettre de ce nombre toutes les Créatures animées & inanimées: comme les Hommes, les Animaux, l'Air, l'Eau, le Feu, les Poids, les Corps élaſtiques. On appelle Force ou Puiſſance vive, celle qui produit un mouvement actuel. Si cette Puiſſance n'eſt qu'un poids ſoutenu, on la nomme Force ou Puiſſance morte, ou qui ſoutient.

Comment on doit employer une Puiſſance.

D. Que doit-on obſerver dans l'emploi qu'on fait d'une Puiſſance?

R. Quand la Puiſſance eſt l'effort d'un Homme ou d'un Animal, on ne doit l'eſtimer que rélativement à la nature & à la durée du travail, puiſque l'effort d'un Homme ou d'un Animal ne ſauroit être le même à la fin du travail qu'au commencement, lors ſur-tout qu'il s'agit d'un travail de longue durée. Il faut auſſi faire enſorte que cette ſorte de Puiſſance ne ſoit point gênée, ſoit par la ſituation du terrein, ſoit par la diſpoſition de la Machine à laquelle elle eſt appliquée, ou par quelque autre obſtacle. Si la Puiſſance eſt un poids ou un reſſort, il peut arriver qu'elle ne ſoit pas d'une valeur conſtante, puiſqu'à meſure qu'un reſſort ſe déploie, ſon effort diminue. Il arrive auſſi que dans tous les cas où le mouve-

vement eſt imprimé par le choc d'un corps qui tombe, la Machine en reçoit d'autant plus, que le Moteur deſcend de plus haut, puiſque l'accélération augmente la force des corps qui tombent librement.

D. Quelle eſt la manière de comparer entre elles les actions des Puiſſances?

Manière de comparer les actions des Puiſſances.

R. Voici ſur cela quelques règles qui peuvent être de grand uſage.

Les Preſſions, c'eſt-à-dire, les actions des Puiſſances ſont égales, ſi, dans des tems égaux, elles produiſent des effets égaux. Cette propoſition eſt évidente; en voici une autre qui ne l'eſt pas moins. Des Preſſions égales, agiſſant dans un ſens oppoſé, ſe détruiſent mutuellement; & celles qui ſe détruiſent mutuellement ſont égales. Il s'enſuit donc delà que les Preſſions ſont entre elles comme les effets produits en tems égaux. Quand on preſſe un obſtacle, & que cet obſtacle ne cède point, il faut que la Preſſion ſoit détruite par une Preſſion contraire; ſans quoi celle-là ne produiroit aucun effet. Si donc la Preſſion n'eſt pas détruite par une Preſſion contraire, l'obſtacle ceſſe. Il n'eſt ici queſtion que du Tranſport, qui eſt l'effet immédiat de la Preſſion, & qui n'a jamais lieu que dans le prémier moment infiniment petit, quand l'obſtacle cède à l'action de la Puiſſance (*a*).

La Preſſion engendre de la force; & ſi elle continue à agir ſur le corps, la viteſſe déja aquiſe augmente, & cela auſſi long- tems

(*a*) Voyez ſur cela les *Elémens de Phyſique* de 's Graveſande, & l'*Eſſai de Phyſique* de Muſſchenbroek.

tems que le corps eſt preſſé. Dans un tems infiniment petit, la Preſſion ne peut communiquer au corps qu'une viteſſe infiniment petite, & par cela même qu'une force infiniment petite.

Une Preſſion eſt ſouvent détruite en partie par une Preſſion contraire; &, en ce cas, ce qui reſte meut l'Obſtacle & engendre de la Force. C'eſt ainſi qu'un Bateau tiré par une corde, ſouffre de la réſiſtance de la part de l'eau: auſſi longtems que cette réſiſtance eſt plus petite que la Preſſion qui tire la corde, la viteſſe du Bateau va en augmentant; & la réaction, qui eſt égale à l'action, puiſque la corde eſt également tendue des deux côtés, doit être attribuée en partie à l'inertie du Bateau. Quand, par l'augmentation de la viteſſe, la réſiſtance de l'eau eſt augmentée au point, qu'elle ſuffiſe ſeule pour détruire l'action par laquelle le Bateau eſt tirée, ce Bateau ſe meut d'un mouvement uniforme par ſa Force inhérente: les deux Preſſions qui agiſſent ſur le Bateau ſe détruiſant mutuellement.

Remarques ſur la viteſſe avec laquelle on fait mouvoir la Puiſſance & la Réſiſtance.

D. Qu'y a-t-il à remarquer touchant la viteſſe avec laquelle on fait mouvoir la Puiſſance & la Réſiſtance?

R. Les viteſſes ſe meſurent par les eſpaces que parcourent la Puiſſance & la Réſiſtance, ou qu'elles parcourroient, eu égard à la diſpoſition de la Machine, ſi l'une emportoit l'autre. Un Homme, par exemple, qui tire un fardeau par le moyen d'un Cabeſtan, décrit, en marchant, la circonférence d'un cercle; &, pendant qu'il parcourt ce chemin, le fardeau s'approche d'une certaine quantité: ce ſont ces eſpaces

ces parcourus de part & d'autre, qui déterminent les vitesses rélatives; car le tems est égal pour l'un & pour l'autre. De même, quand les deux Bassins d'une Balance sont en repos par cause d'équilibre, on connoit leurs vitesses par le chemin qu'ils feroient en même tems, l'un en montant, l'autre en descendant, si le mouvement avoit lieu.

Cas où l'on est obligé de recourir aux Machines composées.

D. Dans quels cas est-on obligé de recourir aux Machines composées ?

R. On emploie les Machines composées dans les occasions où l'on ne recevroit pas assez de force à l'aide des Machines simples, soit parce qu'elles devroient être trop grandes, & qu'on ne pourroit les placer commodément, soit afin de pouvoir faire travailler plus de monde à la fois. Lorsqu'il est question d'élever fort haut une grosse pièce de marbre, comme on ne sauroit le faire ni avec le Lévier seul, ni avec des Poulies, ni même avec le Vindas, on emploie & des Poulies & des Vindas, dont on forme une Machine composée qui produit alors l'effet que ni les Poulies, ni les Vindas n'auroient pu produire séparément.





CHAPITRE XXII.

Des Frottemens.

Nécessité d'avoir égard aux Frottemens dans l'usage des Machines.

D. POurquoi doit-on avoir égard aux Frottemens dans l'usage des Machines ?

R. Parce qu'en résistant au mouvement ils diminuent la force des Puissances.

Observations sur les Frottemens.

D. Que faut-il observer pour se faire une juste idée des Frottemens ?

R. Tous les corps, quelque polis qu'ils paroissent, sont inégaux, raboteux, pleins de petites éminences & de pores ou cavités, qui occasionnent nécessairement des Frottemens, lorsqu'on les applique les uns sur les autres. Quand on supposeroit que toutes les parties solides de la surface d'un corps seroient exactement dans le même plan, ce qui n'arrive jamais, les pores qui les sépareroient nous représenteroient encore cette superficie comme un assemblage de petites éminences & de petites cavités. Supposons, par exemple, que deux plans de cette espèce se touchent dans toute leur étendue, les parties hautes de l'une entreront dans les pores de l'autre, comme il arrive à peu-près à une pelote couverte de velours, que l'on pose sur un tapis de même étofe; ou bien, si c'est un corps solide que l'on plonge dans un liquide, celui-ci en conséquence de la ténuité & de la fluïdité de ses parties, se moule exactement dans toutes les cavités de l'autre, comme

on peut le remarquer par l'humidité qu'on y aperçoit quand il en fort.

Fruit qu'on peut retirer de l'examen des Frottemens.

D. Le fruit qu'on peut retirer de l'examen des Frottemens eſt-il conſidérable?

R. Comme les Frottemens font une ſource perpétuelle de retardemens ou de diminutions de profits dans les Méchaniques, leur connoiſſance ſert à tout prévoir, à tout évaluer, à aſſigner précifément les raports & les gains.

Les grands Artiſtes, les Ingénieurs ne ſe contentent pas de comparer les raports des Léviers & des Eſpaces parcourus. Ils ſavent que tous les corps ſont plus ou moins raboteux, & que dans les Frottemens des uns contre les autres il ſe trouve des hauts & des bas, des engrénages, des ſorties & des rentrées, ou des eſpèces de cahots; qu'il en eſt de la réſiſtance de ces inégalités à l'échapement, comme de la réſiſtance des dents d'une Scie froiſſée contre celles d'une autre; qu'il en eſt de ces ſecouſſes, comme des montées & des deſcentes d'une voiture ſur un mauvais pavé; que ſi ces montées & ces deſcentes accumulées dans l'étendue d'une lieue, ſe trouvent par un calcul très vraiſemblable de la valeur de 66 toiſes d'une hauteur perpendiculaire, les Frottemens doivent cauſer un préjudice conſidérable, & que par conſéquent leur connoiſſance eſt de la dernière importance.

Deux ſortes de Frottemens.

D. Combien y a-t-il d'eſpèces de Frottemens?

R. On en diſtingue de deux ſortes. Le prémier eſt celui où l'on applique ſucceſſivement les mêmes parties d'un Corps à différentes parties de l'autre. Le ſecond eſt ce-

celui où l'on fait toucher successivement différentes parties d'une surface à différen-parties d'une autre surface.

Le Frottement de la prémière espèce est très fort; il occasionne souvent la rupture de ces petites éminences, qui forment l'inégalité des superficies, comme on peut le remarquer par la poussière qu'on fait naître de deux marbres, ou de deux morceaux de bois dressés, qu'on frotte l'un sur l'autre un peu rudement. Le Frottement de la seconde espèce n'est jamais aussi efficace que l'autre pour rallentir le mouvement. Une Bille qu'on fait rouler sur un Billard produit cette sorte de Frottement.

Exemple des effets de ces Frottemens.

Voici un exemple des différens effets que produisent ces deux sortes de Frottemens. Quand on craint qu'une Voiture ne se précipite en descendant trop vite, on en enraye les roues, pour les empêcher de tourner sur leur axe. Le même point de la circonférence traîne alors successivement sur une suite de points pris sur le terrain; c'est un Frottement de la prémière espèce, qui résiste considérablement au movement de la Voiture. Il n'en est pas de même quand chaque roue tourne à l'ordinaire sur son essieu; elle se déploie sur les différentes parties du plan qu'elle a à parcourir; son Frottement, quant à sa circonférence, est de la seconde espèce; & son mouvement beaucoup plus libre, le seroit trop s'il se trouvoit encore favorisé par une pente trop roide.

Si on peut établir des règles générales pour éva-

D. Peut-on établir des règles générales pour évaluer la résistance causée par les Frottemens?

R. Mr. Musschenbroek conclut d'un grand

grand nombre d'expériences faites à ce ſujet (*a*), qu'il n'y a ſur cette matière rien d'aſſez conſtant pour en pouvoir faire le fondement d'une exacte théorie; qu'on doit établir autant de règles particulières qu'il y a d'eſpèces de corps; que ces règles doivent différer entre elles, ſuivant la nature des ſurfaces; que cependant dans l'évaluation des Frottemens, il faut avoir plus d'égard à l'effort de la preſſion, qu'à la grandeur des ſurfaces. D'autres Phyſiciens prétendent que la grandeur des ſurfaces n'entre pour rien dans le Frottement, & qu'on ne doit avoir égard qu'au degré de preſſion.

luer la réſiſtance cauſée par les Frottemens.

Tout ce qu'il y a de certain à cet égard, c'eſt que le paſſage ſucceſſif d'une ſurface ſur une autre, eſt néceſſairement d'autant plus retardé, qu'elles ont toutes deux plus d'inégalités; mais ce plus ou ce moins varie à l'infini, non ſeulement par la nature des corps, mais auſſi par le degré de perfection qu'ils peuvent recevoir de l'art. Un Ouvrier a-t-il jamais poli également deux morceaux du même bois, du même métal, de la même pierre? Et d'ailleurs, quand il auroit une règle certaine pour s'en aſſurer, pourroit-on compter ſur la conſtance de cet état? Toutes les matières s'uſent & s'altèrent peu à peu, & ces accidens dont on ne peut guère eſtimer la valeur, augmentent quelquefois, & plus ſouvent diminuent le poli des ſurfaces.

D. Eſt-il plus facile de meſurer les autres quantités qui entrent dans l'évaluation des Frottemens, comme la grandeur des ſu-

Incertitude dans l'eſtimation des Réſiſtances.

(*a*) Voyez ſon *Eſſai de Phyſique*, pag. 176, & ſuiv.

fuperficies, la preffion qu'elles ont l'une fur l'autre, & leur degré de viteffes.

R. Oui; mais comme leur valeur eft rélative à l'état actuel des furfaces, il refte toujours beaucoup d'incertitude dans l'eftimation des Réfiftances. On fe contente pour l'ordinaire d'un à-peu-près, qui fouvent n'en eft point un. Quelques Phyficiens croient qu'un tiers de la Puiffance ou du mouvement imprimé à une Machine, eft employé à vaincre les Frottemens. Mais cela doit s'entendre d'une Machine en grand, & il doit y avoir beaucoup de variété, fuivant fon degré de fimplicité, & felon la perfection des pièces dont elle eft compofée.

Tous les Corps font fujets au Frottement.

D. Tous les corps font-ils fujets au Frottement?

R. On n'en connoit aucun qui en foit exemt. Tout s'altère, tout dépérit par le Frottement. Les Machines, les inftrumens les mieux faits, ne durent qu'un certain tems, & d'autant moins que l'ufage qu'on en fait eft plus fréquent. Le Frottement, toujours inévitable, change infenfiblement leurs furfaces, leurs formes, & leur font perdre les qualités qui en dépendent. Les matières les plus dures & les plus folides ne tiennent point contre un long fervice fans donner des marques de diminution. Un Rafoir, un Couteau, une Hache, perdent bientôt le fil de leur tranchant.

Effet du Frottement dans les ouvrages d'Horlogerie.

D. N'eft-ce pas en partie par le Frottement que les ouvrages d'Horlogerie fe ralentiffent fi fenfiblement dans les grandes chaleurs?

R. Oui, puifque l'expérience fait voir que le Frottement augmente par la preffion,

à meſure que les pièces s'échaufent.

D. Quelle eſt la raiſon de ce phénomène ? Et raiſon de cet effet.

R. C'eſt que les Métaux, ainſi que toutes les autres matières, augmentent en volume par le chaud, comme ils diminuent de grandeur par le froid; la même cauſe dilatant les platines, rend les trous plus étroits & groſſit les pivots, de manière que par ce double effet, le Frottement augmente par preſſion, & le mouvement en eſt d'autant plus gêné.

D. Pourquoi les Machines qui font leur effet en petit, ne le font-elles pas toujours quand on vient à les exécuter en grand, quoiqu'on y garde les mêmes proportions. Machines en petit, Machines en grand; différence de leur effet.

R. Cela vient pour l'ordinaire de ce que les Frottemens ne ſuivent point dans leur accroiſſement, la proportion des ſurfaces ſeulement, mais plutôt celles des preſſions qui augmentent aſſez ſouvent, comme le poids & la ſolidité des pièces.

D. De quelle manière change-t-on ou diminue-t-on la réſiſtance des Frottemens ? Comment on diminue la réſiſtance des Frottemens.

R. En enduiſant les ſurfaces de quelque fluïde ou de quelque matière graſſe. C'eſt ainſi qu'on graiſſe les moyeux des roues en dedans, & qu'on met de l'huile aux charnieres pour en faciliter le jeu. On remplit par-là les inégalités les plus groſſières des ſurfaces, qui deviennent en même tems plus liſſes & plus propres à gliſſer l'une ſur l'autre. D'ailleurs les parties de ces fluïdes ou de ces corps gras interpoſés, changent l'eſpèce du Frottement : ce ſont autant de petits globules qui roulent entre les ſurfaces, qui leur ſervent de véhicule commun, & qui font en petit ce que nous voyons d'une manière plus ſenſible, quand

on

on met des rouleaux ſous une pierre, ou ſous une poutre, pour en faciliter le tranſport.

Occaſions où l'on peut mettre les Frottemens à profit.

D. N'y a-t-il pas des occaſions où l'on peut mettre les Frottemens à profit?

R. Ils ſont ſouvent très utiles. Les Arts ont ſçu tourner à leur avantage, juſqu'aux choſes mêmes qui ſemblent oppoſées à leur progrès. Dans les Vis le Frottement eſt très ſenſible, & même de très grand uſage, dit 's Graveſande (*a*), puiſqu'il fait que la Machine, quand l'action de la Puiſſance vient à ceſſer, reſte dans la ſituation où on l'a miſe, malgré l'action des corps comprimés, ou la Péſanteur des poids qu'on élève. Une Lime n'eſt autre choſe qu'une ſurface hériſſée de pointes & de tranchans; ſon Frottement ſur les matières les plus dures, eſt un moyen très commode de les figurer à ſon gré par une diminution de volume bien ménagée; auſſi cet outil eſt-il en uſage dans un grand nombre de métiers. L'Ouvrier intelligent qui l'emploie, tire du même moyen différens avantages ſuivant les modifications qu'il y met. Les Meules & autres Pierres à aiguiſer, ne diffèrent des Limes, quant à l'effet du Frottement, que par une plus grande dureté. Les Compas, & généralement tous les inſtrumens à charnières, qui doivent reſter ouverts ou fermés à différens degrés, tiennent pour l'ordinaire cette proprieté d'un Frottement bien égal.

(*a*) Dans ſes *Elémens de Phyſique*, Tome I. page 63.

CHAPITRE XXIII.

De la Balance ordinaire, & du Peſon ou Balance Romaine.

D. DOnnez-moi, je vous prie, la deſcription des Machines qu'il eſt le plus utile de connoître, & qui ſont les moins compoſées.

R. Je commencerai par la Balance ordinaire ou commune, qui, après le Lévier, dont je parlerai dans le Chapitre ſuivant, eſt l'une des Machines les moins compoſées.

D. Qu'eſt-ce qu'une Balance?

Ce que c'eſt qu'une Balance.

R. C'eſt un Inſtrument très connu, à l'aide duquel on détermine les Poids, ou, ce qui revient au même, par le moyen duquel on compare les quantités de matière qu'il y a en différens corps.

D. Quel eſt l'uſage de la Balance ordinaire, & de quelles parties eſt-elle compoſée?

Uſage de la Balance ordinaire ou commune. Planche II. Fig. 8.

R. Elle ſert à mettre en équilibre deux quantités égales de matière, deſorte que ſi l'on connoit le poids de l'une, on ſait par ce moyen combien pèſe l'autre. Elle eſt compoſée d'un Fleau A B, dont la longueur eſt partagée par un Axe en deux parties égales, qui ſont ſes deux Bras; de deux Baſſins ou Plateaux D, E, où l'ont met les poids, & qui ſont ſuſpendus aux deux extrémités des Bras du Fleau; d'une Languette

Planche II. Fig. 8.

guette ou Aiguille CK, & d'une Chaſſe HI, qui ſert d'appui à l'Axe où eſt le centre de mouvement.

Comment elle doit être conſtruite.

D. De quelle manière doit-on conſtruire cette Balance, pour qu'elle ſoit juſte & axacte?

R. Diviſez le Fleau AB en deux parties au point C, pour en faire deux Bras AC & CB. Placez à l'extrémité de ces Bras deux Baſſins de même péſanteur D, E. Placez perpendiculairement au point C l'Aiguille CK, de façon que le Fleau AB puiſſe ſe mouvoir facilement dans la Chaſſe. Si après avoir ſuſpendu la Balance, l'Aiguille ne ſort point de la Chaſſe HI, il eſt manifeſte que les corps placés dans les Baſſins ſont d'une égale péſanteur. Voici comme on le démontre.

Suſpendez une Balance au point I, l'Anſe HI ſera perpendiculaire à la ligne horizontale; par conſéquent lorſque l'Aiguille CK eſt cachée dans l'Anſe, comme elle eſt perpendiculaire au Fleau AB, celui-ci ſera parallèle à l'horizon. Mais comme les lignes de direction des poids D & E ſont des angles droits avec les Bras AC, & CB, leurs diſtances ſont égales à ces Bras. Or AC & CB étant égaux, les poids ſuſpendus de part & d'autre aux points D & E doivent auſſi être égaux. C'eſt-pourquoi ſi les Bras AC & CB ne ſont pas auſſi longs l'un que l'autre, la Balance eſt trompeuſe.

Manière d'éprouver ſi une Balance eſt juſte.

D. Comment éprouve-t-on ſi une Balance eſt juſte ou non?

R. Mettez le Baſſin D à la place du Baſſin E, & E en D, ou changez les poids des Baſſins; ſi vous trouvez encore l'équilibre,

libre, la Balance eſt juſte; s'il n'y a plus d'équilibre, la Balance eſt trompeuſe. En voici la démonſtration.

Si la Balance eſt trompeuſe, les Bras ne ſont point également longs, & par conſéquent le Baſſin ſuſpendu à celui qui a plus de longueur, doit être plus léger que l'autre; c'eſt-pourquoi ſi vous changez les Baſſins de Bras, & que vous mettiez le plus léger au Bras le plus court, il n'y aura plus d'équilibre.

Il eſt facile de voir que cette Balance ordinaire ou commune n'eſt autre choſe qu'un Lévier partagé en deux Bras égaux par ſon appui, & chargé des efforts d'une Puiſſance & d'une Réſiſtance, dont les directions ſont parallèles entre elles, & perpendiculaires à ſa longueur, lorsqu'il eſt horizontal; ou faiſant avec elle des angles égaux de part & d'autre, lorsqu'elle eſt inclinée.

D. Qu'eſt-ce que la Balance qu'on nomme la Romaine, le Peſon, & en Latin *Statera*?

La Balance Romaine, ou le Peſon.

R. C'eſt encore une eſpèce de Lévier partagé en deux Bras inégaux, & qui diffère de la Balance ordinaire, en ce qu'il met en équilibre deux Puiſſances fort inégales entre elles.

D. Quelle eſt la manière de bien conſtruire la Balance Romaine?

Manière de la conſtruire. Planche II. Fig. 9.

R. Diviſez la Verge MN en autant de parties égales que vous voudrez. Mettez à l'extrémité de la prémière diviſion O, une Languette ou lame de fer OP perpendiculaire à la Verge, comme dans la Balance ordinaire. Chargez le Bras le plus court OM, juſqu'à ce qu'il ſoit en équilibre avec le

Planche II. Fig. 9.

le plus long ON. Suſpendez au Bras qui a le plus de longueur, le poids R, qui puiſſe gliſſer le long de la Verge, comme vous voudrez. Cela fait, vous aurez une Balance Romaine telle qu'elle doit être; & en voici la preuve.

Les deux Bras MO, & NO, étant en équilibre, c'eſt comme s'ils n'avoient aucune gravité; par conſéquent le poids R placé au point 1, ſera en équilibre avec une livre; placé ſur 2, il en contrebalancera deux; au point 3, il en contrebalancera trois, & ainſi des autres. On peut donc par le moyen d'un ſeul poids peſer les corps de différente gravité.

Pour agir avec plus de ſureté, il faut déterminer par expérience dans le Bras le plus long les points 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, &c. on peut alors ſe paſſer de mettre en équilibre les deux Bras, ſur-tout quand il s'agit de peſer des maſſes conſidérables, comme un chariot chargé de foin; car plus le bras le plus long ſurpaſſe le petit en péſanteur, moins il en faudra dans le poids que l'on fait gliſſer ſur la verge pour peſer les plus grandes maſſes.

Avantages de la Balance Romaine.

D. Quelles ſont les avantages de la Balance Romaine?

R. Cet Inſtrument eſt d'un uſage commode, en ce que n'ayant beſoin que d'un ſeul poids, qui n'eſt pas conſidérable, il eſt très portatif en petit; &, quand on l'emploie en grand ſur des maſſes qui ſont très peſantes, & qu'on ne peut pas diviſer, on eſt diſpenſé d'avoir un grand nombre de poids difficiles à raſſembler, & le Point fixe en eſt beaucoup moins chargé.

D. Cette

D. Cette Balance n'eſt-elle pas ſujette à des inconvéniens? Ses inconvéniens.

R. Elle eſt plus difficile à ajuſter, & même plus propre à la fraude que la Balance ordinaire à Bras égaux. Le grand nombre de diviſions qu'il faut marquer le long de la Branche du Peſon, & la grande proximité de ces marques, peuvent donner lieu à bien des fautes, & troubler la juſteſſe de la méchanique. Les points, qui ſervent à marquer les diviſions, ont une certaine largeur pour être ſenſibles. Le Vendeur par fraude ou par mépriſe peut arrêter le Curſeur ou l'Anneau du poids mobile, non ſur le juſte milieu des points, mais en deçà ou au-delà, & la faute réïtérée pluſieurs fois peut mettre du mécompte, ſoit dans ce qu'on livre, ſoit dans ce qu'on achette. D'ailleurs cet Inſtrument ne peut pas ſervir à peſer exactement de petites quantités, parce qu'il n'eſt point aſſez mobile, ce qui vient principalement de ce qu'un de ſes Bras eſt fort court.

CHAPITRE XXIV.

Du Lévier.

D. COmment nommez-vous la plus ſimple de toutes les Machines, & qu'eſt-ce que c'eſt que cette Machine? Le Lévier, Machine la plus ſimple.

R. On la nomme le Lévier, lequel tire ſon nom de ſa fonction, parce qu'il ſert à lever. On définit le Lévier, une Ligne droite,

Planche II. Fig. 10.

droite, roide, propre à ſoutenir ou à élever des poids, qui n'ait aucune péſanteur, ou une péſanteur uniforme, comme *a b*.

Ce qu'il faut y conſidérer.

D. Combien y a-t-il de choſes à conſidérer dans le Lévier?

R. Il y en a trois, 1. le Poids à ſoutenir ou à élever B; 2. la Puiſſance qui le ſoutient ou qui l'élève, laquelle eſt déſignée ici par le Poids A, & eſt ordinairement l'action d'un Homme; 3. l'Appui *c* qui ſoutient le Lévier, & qui en le ſoutenant reſte immobile.

Trois eſpèces de Léviers.

D. Y a-t-il pluſieurs ſortes de Léviers?

R. On diſtingue ordinairement trois eſpèces de Léviers par les différentes poſitions qu'on peut donner à la Puiſſance, au Poids où à la Réſiſtance, & au Point d'appui ou Centre de mouvement.

Les Léviers de la prémière eſpèce ſont ceux dont le Point d'appui eſt entre la Puiſſance & le Poids ou la Réſiſtance. Ceux de la ſeconde eſpèce ont le Poids entre la Puiſſance & le Point d'appui. Dans ceux de la troiſième eſpèce la Puiſſance eſt entre le Point d'appui & le Poids.

Exemples qui en donnent une idée.

Le Pied de Chèvre des Charpentiers & des Maçons eſt un Lévier de la prémière eſpèce. Ce Lévier n'eſt autre choſe qu'une barre de fer arrondie dans presque toute ſa longueur, un peu coudée & aplatie par un bout. Comme cet Inſtrument s'emploie pour l'ordinaire à ſoulever de peſans fardeaux, l'endroit du coude qui ſert de Point d'appui, ou qui reçoit l'effort de la Réſiſtance, eſt toujours fort loin du bout que l'on tient à la main: ainſi la Puiſſance, toujours beaucoup plus éloignée du Point d'appui que la Réſiſtance, a ſur elle un avan-

avantage considérable par cette position. La Bascule est aussi un Lévier de cette espèce.

Les Rames des Bateliers sont des Léviers de la seconde espèce, dont on appuie un bout contre l'eau, pendant que la Puissance appliquée à l'autre bout porte son effort à l'endroit du Bateau où la Rame est attachée: cet endroit partage la longueur de la Rame en deux parties, dont l'une frape l'eau, pendant que l'autre est mise en mouvement par les bras du Batelier.

Le Couteau du Boulanger est encore un Lévier de la seconde espèce, lorsqu'arrêté par un bout sur une table, & tournant autour d'un Point fixe, il est porté par la main qui tient le manche contre un pain qu'il entame.

Les Ciseaux, les Pinces, les Pincettes, les Tenailles, ne sont encore que des Léviers assemblés par paires: l'effort de la main ou des doigts qui menent les deux branches, doit être consideré comme la Puissance; le Clou, ou ce qui en tient lieu, est un Point fixe commun aux deux; & ce que l'on coupe, ou ce que l'on serre, devient la Résistance.

Les Bras, les Doigts, les Jambes des Animaux sont aussi des Léviers ou des assemblages de Léviers, par lesquels la force des Muscles est employée de la manière la plus avantageuse, soit pour transporter le corps, soit pour aprocher de lui tout ce qui lui est nécessaire ou utile, soit pour en écarter tout ce qui lui seroit nuisible.

Avantages du Lévier.

D. Quel est l'avantage du Lévier?

R. Par le moyen d'un Lévier assez long, une très petite force peut faire équilibre,

libre, ou vaincre une autre force infiniment plus grande. Archimède avoit donc raison de dire qu'il enleveroit la Terre entière, s'il avoit un Point fixe qui en fût séparé; car en établissant sur cet Appui un Lévier, dont le Bras du côté de la Puissance surpassât en longueur celui auquel il auroit attaché le Globe terrestre, autant ou plus que le poids de ce Globe ne l'emporte sur la force d'un Homme, il est évident par les principes que nous allons établir, qu'il eût aquitté sa promesse, mais seulement par une démonstration, puisque & le Lévier & le Point fixe nécessaires pour cette opération, ne sont que des êtres de raison.

Règles concernant le Lévier.

D. Quelles sont les règles sur lesquelles est fondé ce qui vient d'être dit du Lévier?

R. En voici quelques-unes qui sont de grand usage.

1. Lorsqu'un Poids agit comme Puissance ou comme Résistance, par un Lévier placé horizontalement, il a d'autant plus de force qu'il est plus éloigné du Point d'appui.

2. Deux masses égales opposées l'une à l'autre sur un semblable Lévier, ne peuvent être en équilibre, que quand elles sont à égales distances du Point d'appui, & qu'elles agissent en sens contraires.

3. Deux Poids inégaux y exercent l'un contre l'autre des forces égales, quand leurs distances au Point d'appui sont réciproquement comme les masses.

4. Lorsque les directions de la Puissance ce & de la Résistance, au-lieu d'être verticales, sont obliques à la longueur du Lévier,

vier, il peut arriver qu'elles le ſoient toutes deux également: il peut ſe faire auſſi que ces directions reçoivent différens degrés d'obliquité, & que l'une ou l'autre ſoit plus ou moins inclinée au Lévier. Dans ces cas différens voici ce qu'il y a à obſerver.

5. L'effort d'une Puiſſance eſt le plus grand qu'il puiſſe être, lorsque ſa direction eſt perpendiculaire au Bras du Lévier, par l'extrémité duquel elle agit. Ainſi le Poids B ne ſuffiroit plus pour ſoutenir celui qui eſt en A, ſi, au-lieu de peſer dans la direction *b* B, il faiſoit ſon effort obliquement, comme *b* D, ou *b* E. Planche II. Fig. 10.

6. Deux Forces, qui agiſſent l'une contre l'autre, par les deux Bras d'un même Lévier, gardent entre elles le même rapport, ſi leurs directions, de perpendiculaires qu'elles ſont, deviennent également obliques au Lévier: c'eſt-à-dire, que ſi les Poids P, R, ſont en équilibre, cet état ſubſiſtera entre eux, ſi leurs directions s'inclinant au Lévier dèmeurent parallèles l'une à l'autre, comme *ap*, *br*. Fig. 11.

7. Si ces directions reçoivent différens degrés d'obliquité, deſorte que l'une des deux faſſe avec le Bras du Lévier un angle plus ou moins grand que l'autre, celle des deux qui s'écartera davantage de l'angle droit, toutes choſes égales d'ailleurs, rendra la Puiſſance plus foible. Une Force qui ne ſeroit donc que ſuffiſante pour ſoutenir la maſſe Q, en agiſſant ſelon la direction P*p*, ne le ſeroit plus ſi elle ſortoit de cette ligne; & elle le ſeroit d'autant moins, qu'elle s'éloigneroit d'avantage, en ſe plaçant aux points *c*, *d*, *e*, *f*. Fig. 12.

M *D*. Com-

Le Point d'appui du Lévier.

D. Comment doit-on conſidérer le Point d'appui qui ſoutient le Lévier ?

R. On doit le conſidérer comme une troiſième Puiſſance, qui fait équilibre à la Force motrice ou à la Réſiſtance, ou qui concourt avec l'une des deux pour porter l'effort de l'autre. Dans les Léviers de la prémière eſpèce, le Point d'appui ſoutient l'effort des deux Forces qui ſont oppoſées de part & d'autre : dans ceux de la ſeconde & de la troiſième eſpèces, il ne porte qu'une partie de l'une des deux.

Comme le Point d'appui n'eſt pas toujours fixe & inébranlable, & que ſouvent ce ſont ou des corps animés ou d'autres corps fléxibles qui peuvent s'écraſer ; il eſt important de ſavoir de combien eſt chargé le Point d'appui, ou ce qui en fait l'office, lorsque deux autres Forces agiſſent l'une contre l'autre ſur le même Lévier, afin de le pouvoir mettre en proportion avec l'effort qu'il doit ſoutenir. Voici ce qu'il y a ſur cela à obſerver.

L'effort qui vient de la maſſe, & qu'on peut nommer abſolu, eſt limité : une livre, ou l'action d'une Puiſſance équivalente à une livre, lorsqu'elle peſe ſur le Bras d'un Lévier, dans la direction la plus avantageuſe, ne peut que faire équilibre à un pareil Poids qui lui eſt oppoſé avec les mêmes circonſtances. Mais l'effort qui vient de la diſtance au Point d'appui, peut croître à l'infini ; deſorte que ſi l'un des deux Bras étoit 100 fois auſſi long que l'autre, une livre deviendroit équivalente à 100.

Queſtions touchant la charge

Quelle ſera donc la charge ſur le Point d'appui, prémierement s'il y a équilibre avec égalité de maſſe ; ſecondement ſi les maſſes

masses ou les Forces sont en équilibre par l'inégalité de leurs distances au Point d'appui? du Point d'appui.

On répond à la prémière question, en disant que si les directions de la Puissance & de la Résistance sont parallèles entre elles, le Point d'appui se trouve chargé de la somme des deux Forces absolues, & son effort se fait dans une direction parallèle à celles de la Puissance & de la Résistance. Mais si les directions des deux Forces opposées sont inclinées l'une à l'autre, le Point d'appui ne porte qu'une partie de leur effort absolu; il en porte d'autant moins qu'elles sont plus inclinées au Lévier, & sa Résistance tend au point de concours de ces deux directions.

Quant à la seconde question, savoir quel est l'effort qui se fait sur le Point d'appui, lorsque la Puissance & la Résistance se mettent en équilibre par des distances inégales entre elles & le Point d'appui, on répond que cet effort n'est jamais plus grand que la somme des Forces absolues ou des Masses qui sont opposées, c'est-à-dire, que si le poids d'une livre en soutient un de 12, parce qu'il agit par un Bras de Lévier qui est douze fois plus long que celui de l'autre part, le Point d'appui ne peut jamais être chargé que de 13 livres, & non pas de 24; & son effort se dirige parallélement aux directions des Forces qu'il soutient, si ces directions sont parallèles entre elles, ou bien directement au point de leur concours, si elles sont inclinées l'une à l'autre.

Dès que l'on sait combien il se fait d'effort sur un Appui, on peut prévenir les accidens qui pourroient naître des dispro-

portions, ou mettre à profit des Forces qu'on regarderoit comme insuffisantes, si l'on ne savoit pas les appliquer avec tout l'avantage qu'elles peuvent avoir.

Placez, par exemple, une charge de 200 livres au milieu d'un Lévier dont les extrémités reposent sur les épaules de deux Hommes, ces deux Appuis suffiront au fardeau, si chacun des Porteurs est capable de soutenir 100 livres. Mais si l'un des deux n'en peut porter que 50, quand même l'autre pourroit suffire à un effort de 150 livres, le plus foible ne succombera pas moins, tant que le fardeau sera à égales distances entre son Collègue & lui; & tous deux deviendront inutiles pour l'ouvrage qu'on en attendoit. Mais que l'on place la charge plus loin du Porteur le plus foible; & que les Bras du Lévier devenus inégaux soient en raison réciproque des efforts dont les deux Hommes sont capables, alors le fardeaux sera soutenu, comme il auroit pu l'être d'abord, par deux autres Hommes qui auroient pu suffire chacun à un effort de 100 livres.

Autre exemple. Qu'un Charpentier porte une Solive, c'est toujours à peu-près par le milieu de la longueur qu'il la pose sur son épaule: en la plaçant ainsi, il ne porte que le poids de la pièce de bois, parce que les deux bouts qui passent de part & d'autre se font équilibre réciproquement; & le point d'Appui n'est chargé que de la somme totale des deux masses. Mais s'il la posoit aux deux tiers, ou aux trois quarts de sa longueur, il seroit obligé, pour l'empêcher de tomber, de la retenir avec ses bras par le bout le plus court; & cet ef-

fort feroit équivalent à un poids qui feroit équilibre avec l'excès de longueur que la Solive auroit du côté oppofé: l'épaule du Porteur feroit donc inutilement chargée de cette quantité de plus.

Outre les deux grandes queftions que nous venons d'examiner, en voici quelques autres qui ont raport à la même matière, & qui méritent auffi d'être éclaircies.

D. Pourquoi un homme qui tire un Bateau, ou quelque fardeau attaché au bout d'une corde, fe panche-t-il en avant?

Pourquoi on fe panche en tirant un fardeau attaché à une corde.

R. C'eft qu'il joint à l'action des muscles une partie du poids de fon corps pour vaincre la Réfiftance contre laquelle il agit.

D. Pourquoi repand-t-on de la cendre ou du fumier fur les endroits fréquentés qui font couverts de verglas?

Pourquoi on répand de la cendre fur le verglas.

R. C'eft qu'en marchant fur un terrain gliffant on manque de Point d'appui. C'eft par la même raifon que dans les grands hivers on met des pointes aux fers des Chevaux.

D. Qu'eft-ce qui fatigue fi fort les Chevaux lorsqu'ils tirent une voiture en montant?

Raifon de la fatigue des Chevaux qui tirent une voiture en montant.

R. C'eft, outre le poids de la charge qui eft alors moins foutenue par le terrain, l'inclinaifon de ce terrain, qui leur préfente le Point d'appui dans une direction fort oblique à celle de leur effort; car leurs jambes, en fe roidiffant contre le terrain, s'inclinent dans le même fens que lui, & plus elles approchent du parallélisme, moins les pieds font appuiés.

CHAPITRE XXV.

Du Centre de Gravité ou de Pésanteur, & de l'Equilibre.

Ce que c'eſt que le Centre de Gravité dans un Corps.

D. QU'eſt-ce que le Centre de Gravité dans un Corps?

R. C'eſt le Point autour duquel toutes les parties de ce Corps ſont en équilibre entre elles, dans quelque ſituation qu'on les mette.

Remarque ſur ce Centre.

Quand le Centre de Gravité eſt ſoutenu, le Corps peut reſter en repos, à cauſe que les parties oppoſées ſe trouvent en équilibre. Quand rien ne ſoutient le centre de Gravité, le Corps ſe meut juſqu'à ce que ce Centre ſoit ſoutenu; car ce n'eſt qu'autour de ce point que les parties oppoſées ſont en équilibre.

Ce Point ne ſe trouve juſtement au milieu que dans les Corps parfaitement homogènes, & qui ont une figure régulière. Dans une Boule bien ronde, par exemple, & d'une denſité bien uniforme, tous les rayons, ou demi-diamètres, ſont égaux & de même poids; égaux, à cauſe de la figure parfaitement ſphérique; de même poids, à cauſe de l'homogénéïté des parties: tout eſt donc en équilibre autour d'un Point qui eſt en même tems Centre de Gravité & de figure. Mais il n'en eſt pas de même d'une Fleche, dont le bout eſt ferré, ou d'une Plume à écrire: ſi l'on partage ſa longueur

gueur en deux parties égales, l'une se trouvera plus pésante que l'autre, & la section n'aura point passé par le Centre de sa pésanteur, quoiqu'elle se soit faite à celui de sa figure.

Quand plusieurs masses pesent sur une même corde par des fils qui les y attachent, on peut regarder le nœud commun de ces fils comme le Centre des Pésanteurs particulières. A, B, étant donc les Centres de Gravité des deux Corps suspendus, leurs actions se réunissent en C, ou dans tout autre point que l'on voudra choisir de la ligne CD, pourvu que le Poids A soit égal au Poids B; car si l'une des deux Boules étoit de bois, & l'autre de pierre, le Centre de la plus pesante s'aprocheroit davantage de la ligne CD, & la ligne *ab* seroit partagée par la direction CD en deux parties inégales, dont la plus longue seroit à la plus courte, comme le plus grand Poids au plus petit. Quel que puisse être le nombre de ces Corps pesans, si l'on connoit le Centre de Gravité de chacun d'eux, on détermine facilement l'endroit où se réunissent leurs forces, parce que les distances sont connues.

Planche II, Fig. 13.

Le point dans un Corps quelconque, ou dans une Machine, qui soutient le Centre de Gravité d'un Corps, soutient tout le Poids de ce Corps; & toute la force avec laquelle le Corps dont il s'agit, tend vers la Terre, est comme réunie en ce Centre.

La Pésanteur a une intensité différente, lorsque les Corps sont plus ou moins éloignés du Centre de la Terre où ils tendent; mais cette différence n'est jamais sensible dans l'étendue que peut avoir une Machine.

Ainsi un Seau plein d'eau qui pese cent livres sur la poulie d'un puits lorsqu'il est en haut, est censé peser autant lorsqu'il est cinquante pieds plus bas, abstraction faite du poids de la corde.

Les directions de deux Poids distans l'un de l'autre doivent aussi être regardées comme parallèles, quoiqu'à la rigueur elles soient un peu inclinées entre elles, puisque tous les Corps graves tendent à un même point, qui est le Centre de la Terre; mais nous sommes trop éloignés de ce Centre, pour avoir à craindre aucun mécompte, en négligeant cette inclinaison (*a*).

Pourquoi des Edifices qui ont perdu leur à-plomb ne laissent pas que de se soutenir.

D. Pourquoi certains Edifices qui ont perdu leur à-plomb, ne laissent-ils pas que de se soutenir?

R. C'est que leur Centre de gravité reste appuié.

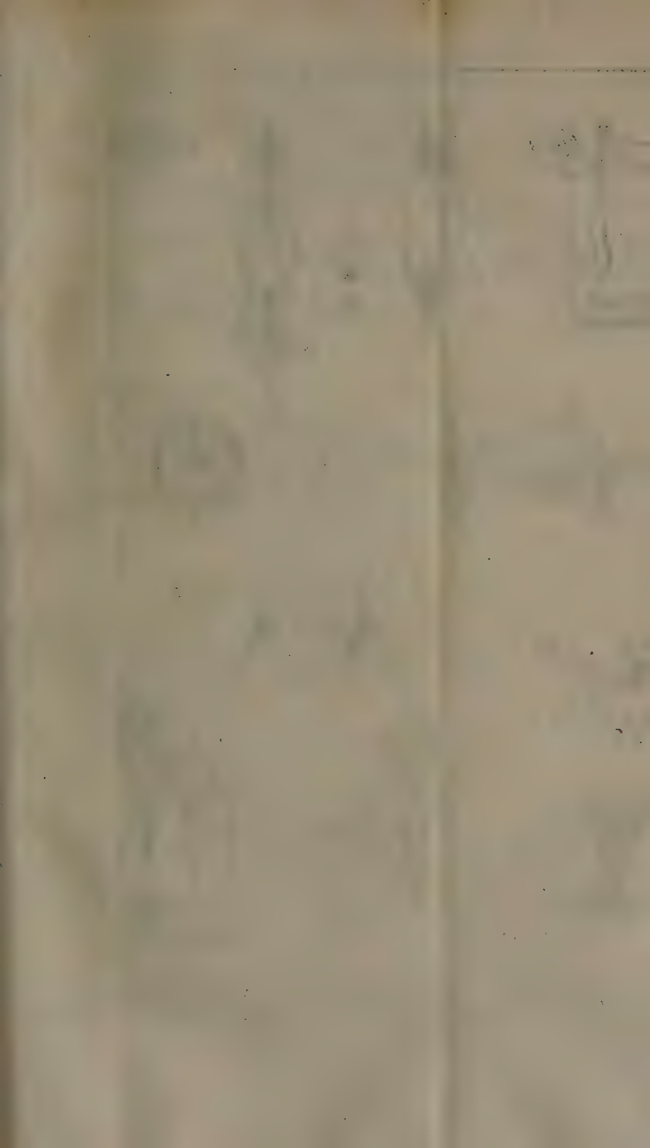
D. Pourquoi un Danseur de corde gesticule-t-il presque toujours des bras?

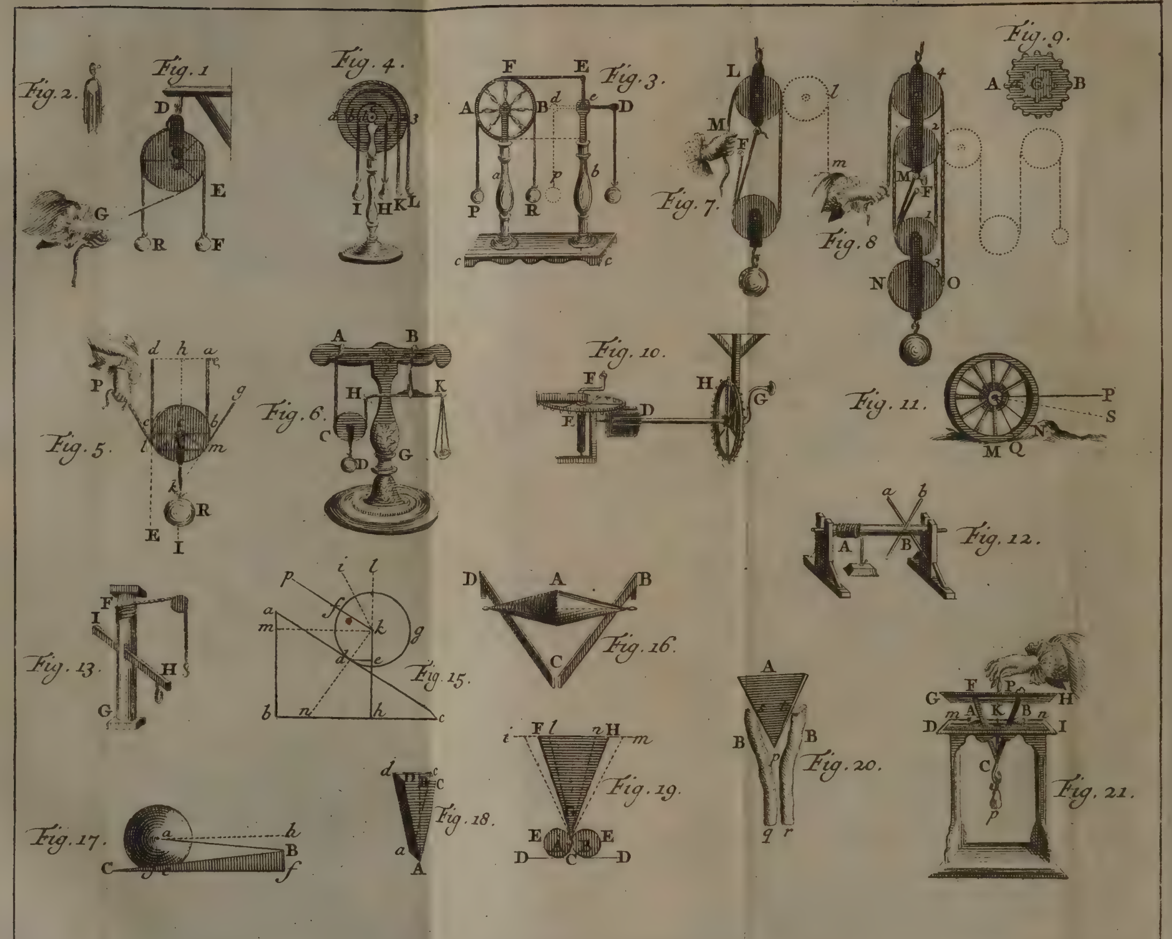
R. C'est que comme il marche sur un Plan mobile, qui s'incline continuellement, lorsqu'il s'apperçoit que le Centre de sa pésanteur n'est pas soutenu, il le rappelle dans la ligne de direction, en allongeant le bras du côté opposé, comme un Lévier dont le Poids est d'autant plus puissant, que ses parties sont plus loin du Centre de leur mouvement.

D. Pourquoi les personnes qui ont un gros ventre, se panchent-elles en arrière?

R. C'est que sans cette attitude, le Centre

(*a*) On trouvera d'autres éclaircissemens sur cette matière dans les *Elémens de Physique* de 's Gravesande, Tom. I. pag. 42 & 45.




Fig. 1
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 12.
Fig. 13.
Fig. 15.
Fig. 16.
Fig. 17.
Fig. 18.
Fig. 19.
Fig. 20.
Fig. 21.

tre de pésanteur trop peu soutenu, les mettroit en danger de tomber sur la face.

CHAPITRE XXVI.

Des Poulies, & des Moufles ou Poulies mouflées.

D. QU'est-ce que la Poulie?

R. C'est une espèce de Roue ou Corps rond, ordinairement plat, soit de bois, soit de métal, mobile sur son Centre C, souvent canelé ou un peu creusé en Gorge dans tout son contour, pour mieux recevoir & arrêter, à l'aide de cette cavité, une Corde ou une Chaîne, à laquelle on applique d'une part la Puissance E, F, ou G, & de l'autre le Poids ou la Résistance R. La Roue ou le Corps de la Poulie se meut pour l'ordinaire dans une sorte d'Anse ou d'Attache, qu'on nomme Chappe CD, qui soutient l'Axe.

Ce que c'est que la Poulie. Planche III. Fig. 1.

On appelle Boulon ou Goujon, une Cheville qui traverse le rond, & autour de laquelle autant il s'élève de points d'un côté, autant s'en abaisse-t-il de l'autre.

Boulon ou Goujon.

Comme il faut ou que la Corde mène la Poulie, ou que la Poulie mène la Corde, quand on a lieu de craindre que la Corde ne glisse sur la Poulie, on creuse la Gorge en forme d'angle, ou bien on la garnit de pointes, *Fig.* 2.

Fig. 2. Deux sortes de Pou-

D. Comment la Poulie peut-elle être employée?

lies; la fixe & la mobile.

R. De deux façons. Elle eſt fixe ou mobile. On l'appelle Poulie fixe, quoiqu'elle roule ſur ſon Goujon, quand la Chappe en eſt arrêtée ou dormante. On la nomme Poulie mobile, quand la Chappe n'en eſt pas attachée à un point fixe, & qu'elle ſuit la direction du Poids qui y eſt ſuſpendu.

La Poulie fixe.

La Poulie fixe eſt une vraie Balance, parce qu'on peut y concevoir chaque point de la Roue comme l'extrémité d'une ligne ou d'un rayon terminé au Goujon, & en correſpondance avec une pareille ligne d'autre part. Ces deux lignes ou rayons font enſemble deux Bras, ou l'équivalent d'un Fleau de Balance. Or le Fleau d'une Balance doit être pris horizontalement pour aſſeoir un juſte jugement ſur le raport des Poids.

La Poulie mobile.

La Poulie mobile eſt un vrai Lévier. La raiſon en eſt, que dans tous les points qui compoſent la Roue de cette Poulie, on n'a égard qu'aux deux extrémités de la ligne qui traverſe la Roue & le Goujon; parce que ce ſont proprement ceux-là qui reçoivent la preſſion des Puiſſances, qu'on peut conſidérer comme prolongées par le moyen des Cordes, & immédiatement appliquées aux deux bouts de la ligne qui coupe le point de ſuſpenſion.

Manière dont la Poulie peut être employée.

La Poulie peut être employée comme un Lévier de la prémière eſpèce, dont les Bras ſont égaux, & ſur lequel deux Puiſſances, dont les forces abſolues ſont égales, demeurent toujours en équilibre, quelques directions qu'elles prennent. Les Puiſſances qu'on y applique, agiſſent d'autant plus fortement, que leur diſtance à l'Axe eſt

plus

plus grande. L'Axe eſt chargé de la ſomme totale de la Puiſſance & de la Réſiſtance, & ſon effort ſe fait dans une direction parallèle aux leurs, & qui tend à leur point de concours. Quelques expériences éclairciront cette matière.

Soit une Machine, *Fig.* 3, composée de deux Piliers *a*, *b*, élevés & fixés ſur une Tablette *c c* plus longue que large. L'un de ces Piliers, *a*, porte une Poulie à jour, de métal; & l'autre, *b*, un Lévier en équerre dont les Bras ſont égaux, & qui tourne très librement ſur ſon clou & dans le même plan que la Poulie. On fait paſſer d'abord ſur la Poulie un Cordon, aux bouts duquel on attache deux Poids égaux P, R, qu'on laiſſe agir dans des directions parallèles & verticales comme AP, & BR. Enſuite on tranſporte le Poids R au Cordon qui tient au Bras D du Lévier angulaire, & l'on place le Cordon de la Poulie, comme PA, FE. Enfin le Poids R étant remis à ſa prémière place, & le Lévier angulaire étant tourné de manière que D ſoit en *d*, & E en *e*, on attache le Poids P au bout du Cordon *d p*, & le Cordon de la Poulie qui le portoit, au bras *e* du Lévier tournant. Planche III. Fig. 3.

Dans cette expérience les deux Poids P, R, ſont toujours en équilibre, non ſeulement quand ils ſont tous deux dans des directions parallèles & verticales, mais encore lorſque l'un des deux agit horizontalement ſur la Poulie. La Poulie AFB peut être regardée comme un aſſemblage de Léviers de la prémière eſpèce, dont les Bras ſont égaux, & qui ont un Point d'appui commun au Centre où eſt l'Axe. Lorſque le Cordon eſt vertical de part & d'autre, s'il

Planche III. Fig. 3. ne peut pas gliſſer ſur la Poulie, il doit avoir le même effet que s'il étoit de deux pièces, dont une fût attachée en A & l'autre en B. Il y a donc équilibre entre les deux Poids P, R, parce qu'ils agiſſent à des diſtances égales du Point d'appui, & que chacun d'eux fait ſon effort dans une direction perpendiculaire au Bras A ou B. Tout le reſte s'explique facilement & n'a pas beſoin d'être démontré.

Fig. 4. Suppoſons une Poulie compoſée de pluſieurs plans circulaires, qui laiſſent entre eux des épaiſſeurs, & dont les circonférences ſoient creuſées en gorge. Les diamètres & par conſéquent les rayons de ces cercles ſont entre eux comme les nombres 1, 2, 3. Sur la plus petite des trois circonférences on a placé une Corde, à laquelle ſont ſuspendus deux Poids de ſix onces chacun; & l'on a fixé en *a* & en *b* deux autres Cordes qui embraſſent les deux autres circonférences, & qui pendent perpendiculairement aux points 2 & 3. Quand les deux Poids ſont en H & en I, il y a équilibre entre ſix onces d'une part, & ſix autres de l'autre. Si l'on ôte celui qui eſt en H, un autre Poids de trois onces fait la même choſe en K; &, quand celui-ci eſt ôté, deux onces placées en L ſoutiennent le Poids de ſix onces en I; en voici la preuve.

Le rayon C 1 étant égal à C *d*, il y a équilibre entre deux Poids égaux, parce que leurs efforts ſe font à égales diſtances du Point d'appui. Mais C 2 étant double de C *d*, l'équilibre doit naître entre deux maſſes qui ſont en raiſon réciproque de ces deux longueurs: ainſi trois onces en ſoutien-

tiennent ſix; &, par la même raiſon, deux onces ſuffiſent à une diſtance qui égale trois fois C*d*. Planche III. Fig. 4.

La Poulie ſimple peut auſſi être conſiderée comme un Lévier de la ſeconde eſpèce; elle en a effectivement les proprietés, lorsque le Poids ou la Réſiſtance R étant attachée à la Chappe, un des bouts de la Corde tient à un point fixe *a*, ou *g*, pendant que l'autre eſt tiré ou ſoutenu par la Puiſſance P, ou *d*. Et alors, ou les directions de la Puiſſance & de la Réſiſtance ſont parallèles entre elles, comme *c* I, *d* E; ou elles ſont inclinées l'une à l'autre, comme P*k*, *ck*. Dans le prémier cas, la Puiſſance ne porte que la moitié du Poids de la Réſiſtance; dans le ſecond, l'effort de la Puiſſance diminue, & le Point d'appui ſe dirige au point de concours des directions de la Puiſſance & de la Réſiſtance, c'eſt-à-dire, en *k*. Fig. 5.

Soient deux petites Broches longues de trois pouces, A, B, qui gliſſent dans deux rainures à jour, pratiquées aux deux Bras du Support G. La prémière ſert de point fixe à un Cordon qui embraſſe une Poulie C chargée d'un Poids D, & dont l'autre bout s'attache au Bras d'une Balance dont on a ôté un Baſſin, & que l'on a miſe en équilibre avec elle-même par le moyen d'un petit Poids attaché en H. Cette Balance eſt ſuſpendue à l'autre Broche B. On met d'abord les deux petites Broches à telle diſtance l'une de l'autre, que les deux bouts de la Corde venant de la Poulie ſoient parallèles entre eux. Enſuite en écartant les deux Broches, on fait prendre aux deux bouts de la Corde des directions inclinées Fig. 6.

Planche III. Fig. 6. en ſens contraires ; & dans l'un & dans l'autre cas on charge le Baſſin de la Balance autant qu'il le faut pour tenir le Fleau dans une ſituation horizontale.

Il eſt manifeſte que la Poulie & ſon Poids D peſant enſemble huit onces, il n'en faut que quatre dans le Baſſin de la Balance pour faire équilibre, lorsque les deux bouts de la Corde ſont parallèles entre eux & dans une direction verticale; mais lorsqu'ils
Fig. 5. ſont inclinés, comme P*l*, *gm*, de la Figure précédente, il faut charger davantage le Baſſin de la Balance pour la tenir en
Fig. 6. équilibre. En conſidérant le Bras H de la Balance comme la Puiſſance qui ſoutient la Poulie & ſa charge, après que l'autre bout de la Corde eſt fixé en A, le Poids qu'on met dans le Baſſin exprime l'effort qui ſe fait ſur la Puiſſance, lorsque tout eſt en équilibre.

Les réſultats font voir la vérité de ce qu'on a avancé ci-deſſus, ſavoir:

1. Que les directions des forces oppoſées étant parallèles, la Puiſſance ne ſoutient que la moitié de l'effort de la Réſiſtance; car dans le prémier cas de l'expérience, où les deux bouts de la Corde ſont parallèles
Fig. 5. entre eux, *c*I, direction de la Réſiſtance, eſt auſſi parallèle à *de*, qui eſt celle de la Puiſſance, & quatre onces dans le Baſſin de
Fig. 6. la Balance en ſoutiennent huit en D.

2. Que les directions des forces oppoſées n'étant plus parallèles, la Puiſſance n'eſt plus égale à la moitié de l'effort de la Réſiſtance, & que la direction du Point d'appui paſſe au point de Concours des deux autres directions; car dans le ſecond cas, où la Puiſſance agit obliquement com-

me P*k*, quatre onces dans le Baſſin de la Balance ne ſuffiſent plus pour faire équilibre, & l'angle *gkc*, eſt égal à celui de l'autre part P*kc*. Planche III. Fig. 5.

Lorsque les deux bouts de la Corde ſont parallèles comme *ab*, *de*, on peut les conſidérer comme étant attachés aux deux extrémités du diamètre *be*: lorsqu'ils ſont obliques comme P*l*, *gm*, on peut les concevoir comme tenant aux points de tangence *l*, *m*: mais les deux lignes *eb*, *ml*, ſont deux Léviers de la ſeconde eſpèce, partagés l'un & l'autre en deux Bras égaux par la direction *c*I de la Réſiſtance: le Cordon ſuſpendu en *a* ou en *g*, tranſportant le point fixe en *b* ou en *m*, on voit tout d'un coup que la Puiſſance appliquée en *e* ou en *l*, agit toujours à une diſtance *eb*, ou *lm*, du Point d'appui, double de celle de la Réſiſtance placée en *c* ou en I. Or quatre onces à une diſtance double du Point d'appui, ſont capables d'en ſoutenir huit, ſuivant ce qui a été dit touchant le Lévier. Mais quand la Puiſſance ſe dirige obliquement, elle ne ſuffit plus aux mêmes effets qu'auparavant; parce que la direction perpendiculaire au Bras du Lévier eſt la plus avantageuſe de toutes, & que par conſéquent toutes les autres le ſont moins.

Aprés ces éclairciſſemens, venons à l'application, elle eſt facile à faire. En effet, puiſque quand on a fixé la Corde de la Poulie en A, il ne faut plus en H qu'une force de quatre onces pour en ſoutenir une autre de huit en D; & qu'une force de quatre onces eſt toujours la même, ſoit qu'elle agiſſe de haut en bas, ſoit que ſon effet ſe faſſe de bas en haut par le moyen Fig. 6.

Planche III. Fig. 6. Fig. 7.

d'une Balance: on peut donc ſubſtituer au Fleau HK, une autre Fleau L ou *l* comme dans la *Figure* 7, qui fera comme lui l'office d'un Lévier de la prémière eſpèce, & il n'y aura jamais en M ou en *m*, qu'un effort de quatre onces à ſoutenir.

Fig. 8.

Si, pour réſiſter à cet effort de quatre onces, on prolonge la Corde de M en N, & qu'on la faſſe paſſer ſous une troiſième Poulie (3) NO, celle-ci, ſemblable à la prémière (1), deviendra un Lévier de la ſeconde eſpèce, où la Puiſſance O, une fois plus loin du Point d'appui N, que la Réſiſtance qui charge l'Axe, n'aura beſoin que d'une force abſolue qui ſoit moitié de la ſienne: il ne faudra donc plus qu'un effort de deux onces de bas en haut, &, s'il eſt plus commode de tirer de haut en bas, une quatrième Poulie (2) donnera, comme la deuxième (4), cette direction. La ſeconde (2) & la quatrième (4) Poulies, qui ſervent de renvoi pour changer la direction, peuvent être placées dans une même Chappe; & ſi cette Chappe eſt fixée par en-haut, ſa partie inférieure pourra ſervir de point fixe au prémier bout de la Corde attachée en F.

Moufles ou Poulies mouflées.

On donne le nom de Moufles, ou de Poulies mouflées à cet aſſemblage de pluſieurs Poulies ainſi placées dans une même Chappe, ou parallélement entre elles, ou les unes au deſſus des autres.

Uſage de ces Machines.

Ces Machines ſont fort en uſage pour élever de grands fardeaux, & elles ſont commodes en ce qu'elles occupent peu de place, & que l'on peut ſans embaras augmenter à ſon gré l'action d'une même Puiſſance; mais cela ne ſe fait, comme dans tou-

tes

tes les autres Machines, qu'aux dépens d'une plus grande viteſſe dans la Puiſſance; car ſi la Poulie, qui eſt chargée de la Réſiſtance, s'éléve juſqu'à la ligne *d a*, la Puiſſance qui produit cet effet, parcourt deux fois autant de chemin dans le même tems, puiſque les deux parties *a b*, *d e*, de la Corde par laquelle elle agit, doivent ſe trouver au deſſus de la ligne *d a*, quand le centre de la Poulie y ſera parvenu. Or ces deux longueurs *a b*, *d e*, égalent deux fois la hauteur *c b*. Planche III. Fig. 5.

Comment elles doivent être diſpoſées.

Les Moufles doivent être diſpoſées de façon que les directions des Cordes ſe trouvent paralléles le plus qu'il eſt poſſible. Si elles s'écartent du parallélisme en concourant, le ſecours que la Puiſſance recevroit de ces Machines ſeroit un peu moindre, parce qu'en ce cas l'effort de la Puiſſance ſe partageroit, en tirant le Poids en partie vers le haut, & en l'amenant en partie du côté vers lequel elle incline.

Manière de rendre la multiplication des Poulies plus profitable.

Pour rendre la multiplication des Poulies plus profitable, il faut joindre les Poulies fixes aux Poulies mobiles. L'aſſemblage des Poulies mobiles ſe nomme Moufle mobile; celui des Poulies fixe ſe nomme Moufle fixe. Les Poulies fixes ſont toutes enfermées dans une même Chappe, & les Poulies mobiles ſont toutes enfermées dans une autre Chappe.

CHAPITRE XXVII.

Des Roues.

Ce que c'est qu'une Roue. Planche III. Fig. 9.

D. QU'eſt-ce qu'une Roue?

C'eſt un Corps rond, ordinairement plat, mobile ſur ſon centre, dont la circonférence reçoit le mouvement qu'on lui communique, ou tranſmet celui qu'elle a reçu, par ſon frottement, ou par des Dents, Chevilles ou Vannes, qu'on y reſerve ou qu'on y ajoute.

Comment les Roues ſe meuvent.

D. De quelle manière ſe meuvent les Roues?

R. Les unes tournent toujours dans le même lieu, avec un Axe qui eſt attaché à leur centre, & dont les Pivots tournent dans des trous qui ſervent d'appui, comme on le voit dans les Horloges, les Tournebroches, les Moulins, &c. Les autres Roues, telles que ſont celles des Voitures, roulant ſur leur circonférence, portent leur centre & l'Axe qui le traverſe, dans une direction parallèle au plan ou au terrain qu'elles parcourent. Elles ont deux ſortes de mouvement, puiſque leur centre s'avance en ligne droite, pendant que les autres parties tournent autour de lui.

Roues qui n'ont qu'une ſorte de mouvement.

D. Comment doit-on conſidérer les prémières de ces Roues, celles qui n'ont qu'une ſorte de mouvement, & dont les Axes ne font que tourner?

R. Ce ſont des Léviers de la prémière eſpè-

espèce, qui servent, de même que la Poulie, à changer la direction du mouvement, à le transmettre au loin, à égaler des Puissances fort différentes l'une de l'autre, à augmenter la vitesse dans l'une des deux.

Les deux Dents A, B, peuvent être prises pour les extrémités d'un Lévier partagé en deux Bras égaux par le point fixe ou centre de mouvement C; &, si l'on place sur le même Axe une autre Roue une fois plus petite, celle des deux Puissances qui agit par la Dent *a*, étant une fois plus près du centre que l'autre, devient par cette raison une fois plus foible. On a le même effet, lorsque la petite Roue est à l'autre bout de l'Axe; car alors le mouvement de la grande Roue H se peut transmettre à une grande distance par la petite Roue ou Pignon D, qui tient au même Arbre. Si ce dernier Pignon engrène une autre Roue E, qui ait des Dents parallèles à son Axe, le mouvement qui lui sera transmis changera de direction, & deviendra horizontal de vertical qu'il étoit. Enfin si la Roue E a quatre fois plus de Dents que le Pignon D, comme celui-ci ne peut se mouvoir sans la Roue verticale H, il faut que l'une & l'autre fassent quatre tours pour faire tourner une fois la Roue horizontale E; & réciproquement si l'on tourne une fois celle-ci, on fera tourner quatre fois le Pignon, l'Arbre & la Roue verticale. Si l'on suppose à chacune des deux grandes Roues une Manivelle F, ou G, menée par un homme qui lui fasse faire un tour dans une seconde, le mouvement aura quatre fois plus de vitesse, lorsqu'il fera tourner la

Planche III. Fig. 9.
Fig. 10.

Mani-

Planche III. Manivelle F, que quand on appliquera la même Puiſſance en G.

Fig. 10. Roues qui ont deux ſortes de mouvement.

D. Comment doit-on regarder les Roues des Voitures, celles qui ont deux ſortes de mouvement?

R. Ce ſont le plus ſouvent des Léviers de la ſeconde eſpèce, qui ſe repètent autant de fois qu'on peut imaginer de points à la circonférence ; car chacun de ces points eſt l'extrémité d'un rayon appuié d'une part ſur le terrain, & dont l'autre bout chargé de l'Eſſieu qui porte la Voiture, eſt en même tems tiré par la Puiſſance qui la mène. Si le plan étoit parfaitement uni & de niveau, ſi la circonférence des Roues étoit ſans inégalités, s'il n'y avoit aucun frottement aux Moyeux, & ſi la direction de la Puiſſance étoit toujours appliquée parallélement au plan, une petite force meneroit une Charette très peſante ; car la Réſiſtance qui vient de ſon Poids, repoſe entierement ſur le terrain

Fig. 11. par le rayon CM, ou par un ſemblable qui lui ſuccède l'inſtant d'après. Mais les inégalités, ſoit des Roues, ſoit du terrain, font appuier la Roue par un rayon CQ ou CN, obliques à la direction de la Puiſſance PC, ou à celle de la Réſiſtance CM: le Poids qui réſide en C peſe donc en partie contre la Puiſſance, qui ne peut le faire avancer, qu'en le faiſant monter autant que le point Q ou N eſt au deſſus de M.

Pourquoi les grandes Roues ſont plus avantageuſes que les petites.

D. Pourquoi les grandes Roues ſont-elles plus avantageuſes que les petites?

R. Parce que les Léviers en ſont plus longs, & que chaque point du Moyeu, qui eſt tiré d'un moment à l'autre, ſe trouve dans

dans la direction des traits, & à la hauteur du poitrail des Animaux qui tirent. Delà vient que les Voitures à quatre grandes Roues égales, comme étoient celles des Anciens, ſont beaucoup plus avantageuſes que nos Caroſſes qui ont deux Roues fort hautes & deux autres très baſſes. Quatre grandes Roues égales ſont comme quatre grands Léviers continuellement ſaiſis à leur extrémité dans la perpendiculaire direction du trait.

D. Pourquoi donc met-on deux Roues baſſes aux Caroſſes?

Pourquoi on met deux Roues baſſes aux Caroſſes.

R. Il paroit que l'intention de cette méthode eſt de tenir le devant de la Voiture dans une ſorte de ſuſpenſion, afin que dans un mauvais pas le prémier effort des Chevaux tende à ſoulever le devant, & à faciliter le dégagement de l'autre train.

CHAPITRE XXVIII.

Du Treuil ou Tour, & du Vindas ou Cabeſtan.

D. QUelle différence y a-t il entre ces deux Machines?

Différence entre le Treuil ou Tour, & le Vindas ou Cabeſtan.

R. Elles ne diffèrent l'une de l'autre que par les différentes poſitions dans leſquelles on les emploie.

Le Tour ou Treuil. Planche III. Fig. 12.

La Machine ſe nomme Tour ou Treuil, quand le Rouleau ou Cilindre AB, qui reçoit la Corde, & qui eſt la partie principale, ſe trouve placé horizontalement.

La

Le Vindas ou Cabestan. Planche III. Fig. 13.

La Machine s'appelle Vindas ou Cabeſtan, quand ce même Rouleau FG eſt vertical.

Fig. 12 & 13.

Dans le Treuil l'Arbre tournant AB *Fig.* 12, & FG *Fig.* 13, eſt comme une ſuite de Poulies enfilées ſur le même Axe. Les Léviers en croix *a*, *b*, *Fig.* 12. & IH. *Fig.* 13, qui ſervent à mettre l'Arbre en mouvement ſont comme des rayons prolongés de la prémière des Poulies dont on a parlé ci-deſſus. Quand l'Axe tourne, tout ce qui fait corps avec lui participe à ſon mouvement. Le Treuil fait donc l'office d'un Lévier ſans fin, de la prémière ou ſeconde eſpèce.

Uſage de ces Machines.

On emploie fréquemment le Treuil & le Cabeſtan aux Puits, aux Carières, dans les Bâtimens, pour élever les pierres & autres matériaux, ſur les Vaiſſeaux & dans les Ports, pour lever les Ancres, &c.

Diverſes eſpèces de Treuils ou petits Cabeſtans.

Les Tambours, les Fuſées, les Bobines ſur leſquelles on envelope les cordes ou les chaînes, pour remonter les poids ou les reſſorts des Horloges, des Pendules, des Montres, &c. ſont autant de petits Treuils & de petits Cabeſtans.

CHAPITRE XXIX.

Du Plan incliné.

Le Plan incliné.

D. QU'eſt-ce qu'un Plan incliné ?

R. C'eſt tout Plan qui fait un angle oblique avec l'Horizon.

D. D'où

D. D'où vient la force avec laquelle un Corps tend à descendre sur un Plan incliné?

Cause de la force avec laquelle un Corps descend sur un Plan incliné.

R. Elle vient de la Pésanteur, & est de même nature que la Pésanteur, ou plutôt c'est la Pésanteur même diminuée, à cause que le Corps est en partie soutenu par le Plan: ainsi cette force est la même dans tous les instans, & dans toutes les parties du Plan, & agit sur le Corps en mouvement de la même manière que sur le Corps en repos: c'est-pourquoi le mouvement d'un Corps qui descend librement sur un Plan, est de la même nature que le mouvement de ce Corps tombant librement; par conséquent ce mouvement est également accéléré en tems égaux.

D. Qu'y a-t-il encore à observer touchant le Plan incliné?

Règles concernant le Plan incliné.

R. Voici sur cette matière quelques règles qu'on peut établir comme constantes.

1. Un Corps ne tombe jamais aussi vite par un Plan incliné, que par la Ligne verticale, qui est sa direction naturelle.

2. Le Plan incliné forme un obstacle perpétuel à la descente perpendiculaire; & le Corps y est d'autant plus soutenu que l'angle d'inclinaison est plus petit; par conséquent plus le Plan est incliné à l'Horison, plus la chute est retardée.

3. On peut comparer la vitesse d'un Mobile qui descend par un Plan incliné, à celle du même Corps, qui tomberoit librement par la Ligne verticale, ou les degrés de vitesse de deux Corps qui parcourent des Plans différemment inclinés, puisqu'on sait la quantité de la chute pour chaque instant pris de suite.

4. Les viteſſes avec lesquelles deſcendent deux Corps, dont l'un tombe librement, & dont l'autre deſcend ſur un Plan incliné, ſi leur chute commence dans le même inſtant, ont entre elles, dans chacun des inſtans pendant lesquels ils tombent, la même raiſon qu'au commencement de leur chute; d'où il s'enſuit qu'ils parcourent dans le même tems, des eſpaces qui ſont entre eux comme la longueur du Plan à ſa hauteur; & cette même raiſon a lieu entre les viteſſes aquiſes en parcourant ces eſpaces.

5. Si la viteſſe actuelle d'un Corps, qui deſcend par un Plan incliné, eſt toujours moindre que celle du même Corps, qui tomberoit perpendiculairement, il eſt vrai de dire qu'à chaque point de ſa chute oblique, la viteſſe aquiſe eſt égale à celle qu'il auroit, s'il étoit tombé perpendiculairement d'une hauteur ſemblable: toute la différence qu'il y a, c'eſt qu'il lui faut plus de tems pour aquerir cette viteſſe par un mouvement oblique, que par un mouvement direct à l'Horizon.

6. Lorſqu'un Corps deſcend par des Plans diverſement inclinés, la viteſſe eſt auſſi toujours la même, pourvu que la hauteur ſoit égale.

7. Il en eſt de même quand un Corps deſcend par une Ligne courbe, parce que cette Ligne peut être conſiderée comme compoſée d'un nombre infini de petits Plans différemment inclinés. Mais il eſt bon de remarquer, que le paſſage du corps d'un Plan ſur un autre doit ſe faire ſans choc, à cauſe que le choc diminue la viteſſe du Corps; c'eſt pourquoi les différens Plans doivent être joints par des Courbes.

8. Un

8. Un Corps, par la viteſſe qu'il a aquiſe en tombant le long d'une ſuperficie quelconque, plane ou courbe, peut remonter à la même hauteur par une autre ſuperficie ſemblable.

9. Un Mobile ne tombe pas auſſi vite par un Quart-de-cercle que par une Cycloïde, parce que le commencement de la courbure dans la prémière de ces deux Lignes, s'écarte davantage de la direction verticale que dans l'autre ; & que les retardemens cauſés ſur la fin par l'inclinaiſon du Plan, ne ſont pas ſuffiſamment compenſés par les viteſſes précédemment aquiſes.

D. Puiſque le Plan incliné eſt toujours plus long que le Plan vertical à hauteur égale, & que par conſéquent un Eſcalier, une Rampe douce, une Echelle dreſſée obliquement, ne mènent point à une certaine élevation par la route la plus courte ; pourquoi cependant choiſit-on tous les jours ces moyens par préférence à ceux qui pourroient faire gagner du tems ?

Pourquoi on choiſit des Plans inclinés pour parvenir à quelque hauteur.

R. Quand on choiſit de pareils Plans pour élever des Corps, comme pour faire monter des Tonneaux de Vin qu'on tire d'une cave, le tems qu'on emploie de plus, eſt moins une perte, qu'un échange de la viteſſe en force; car ſi le Plan incliné retarde la viteſſe des Corps qui deſcendent, il faut moins d'effort pour arrêter leur chute, & quand ils ſont ainſi ſoutenus, leur poids eſt toujours plus facile à vaincre, ſoit qu'on veuille les tenir en repos, ſoit qu'on ſe propoſe de les tranſporter de bas en haut. Nous avons déja dit ailleurs qu'il eſt plus aiſé de faire monter un Corps par une

 ligne

ligne parallèle au plan que par toute autre direction.

Pourquoi une petite Force en soutient une plus grande sur un Plan incliné, &c.

D. Pourquoi une petite Force en soutient-elle une plus grande sur un Plan incliné ; & pourquoi une petite Force employée contre une plus grande, n'agit-elle jamais avec autant d'avantage, que quand sa direction est parallèle au Plan incliné par lequel elle fait son effort.

R. On en trouvera la raison dans l'expérience que voici.

Planche IV. Fig. 14.

Soit une Machine représentée par la *Figure* 14 de la Planche IV (*a*), laquelle est composée d'une Tablette AC, longue d'environ 15 pouces & large de 3 ou 4. Elle est jointe par une Charnière en C à une autre Tablette, au bout de laquelle est fixé un Quart-de-cercle qui sert à régler & à fixer son inclinaison. D est un Cilindre de bois dur qui pese 5 ou 6 onces, & qui tourne très librement sur son Axe dans une espèce de Chape de métal, soutenue par deux Cordons qui passent sur deux Poulies de renvoi *e*, *e*, & au bout desquels sont attachés deux poids *d*, *d*, de 2 onces chacun. Les deux petites Poulies sont portées par une pièce de métal, que l'on peut placer à différens endroits sur le Quart-de-cercle. On incline le Plan AC un peu plus que de 45 degrés, on place le Cilindre ou Rouleau D en sa partie inférieure, & l'on met les Poulies de renvoi de façon que les Cordons qui tirent le Rouleau soient parallèles au Plan incliné, & on laisse agir les

(*a*) Cette Figure 14 a été mal placée dans la Planche IV, elle auroit dû se trouver dans la Planche III entre les Figures 13 & 15.

les deux poids *d*, *d*. Ensuite on repète la Planche
même chose, excepté seulement qu'on pla- IV.
ce les Poulies de renvoi en E ou en F, Fig. 14.
afin que leurs directions se trouvent au-dessus ou au-dessous du Plan incliné, & faisant un angle avec lui, comme ADF, ou ADE.

L'effet qui résulte de cet arrangement, c'est que les Cordons étant dans une direction parallèle au Plan incliné, les deux poids qui pèsent ensemble 4 onces, enlèvent le Rouleau qui en pese 6. Mais lorsqu'on a placé les Poulies en F & en E, ces mêmes Poids ne suffisent plus pour faire monter, ni même pour arrêter le Rouleau. Le même effet arrive, si, au-lieu de changer les Poulies de place, on incline plus ou moins le Plan AC.

Deux causes concourent à arrêter le Rouleau déterminé à se mouvoir de haut en bas; 1. la Résistance du Plan incliné; 2. l'effort des deux Poids *d*, *d*. Si cette dernière cause agissoit seule, il faudroit que la somme des deux Poids fût égale à la masse du Rouleau. Il est donc prouvé qu'en pareil cas une petite Force en peut soutenir une plus grande.

Voici la raison de cet effet. Supposons Planche
que la ligne *ac* soit le Plan incliné, que le III.
Cercle *dfg* est la base du Cilindre ou Rou- Fig. 15.
leau, que tout le poids de ce Corps réside au centre *k*, & qu'il est en équilibre avec une Puissance dont la direction est *kp*, pendant que son poids le sollicite à tomber par la ligne *kb*, perpendiculaire à l'Horizon *bc*. Voila donc deux Forces appliquées à l'extrémité *k*, d'un même Rayon ou Lévier, dont l'autre bout *d* est appuié

 sur

Planche III. Fig. 15.

fur le Plan: mais l'une des deux fait avec ce Lévier un angle droit *pkd*, elle agit dans la direction la plus avantageufe; l'autre au contraire agit par une ligne inclinée à ce même Lévier, & fait avec lui un angle aigu *d k b*, ce qui le réduit à la longueur *de*: ainfi comme *de* eft plus court que *dk*, le poids du Rouleau le cède d'autant à la Puiffance *p*, qui n'a cet avantage fur la Réfiftance qu'en conféquence d'une direction plus favorable à fon effort.

Un Mobile dont le centre de péfanteur n'eft pas foutenu doit toujours tomber.

Cette expérience fait voir encore, qu'un Mobile dont le Centre de Péfanteur n'eft point foutenu, doit toujours tomber; car il ne fuffit pas que le Rouleau porte au point *d* fur le Plan; fans l'effort de la Puiffance *p*, il rouleroit de haut en bas, parce que le centre de fa Péfanteur qui agit dans la direction *k b* n'eft point foutenu.

Raifon de quelques effets difficiles à expliquer. Fig. 16.

C'eft à l'aide de ce principe qu'on rend raifon d'une infinité d'autres effets difficiles à expliquer. Soit, par exemple, un Solide A compofé de deux Cones joints par leurs bafes: on pofe ce Corps fur deux règles B C, D C, qui font enfemble un angle aigu, & qui font élevés par l'autre bout B, D, deforte qu'il eft comme fur un Plan incliné: lorfqu'on le laiffe libre, il monte en roulant, & fuit en apparence une route toute contraire à celle que tous les Corps graves ont coutume de prendre.

Fig. 17.

Cet effet vient de ce que le Centre de gravité du Corps A n'eft point foutenu, car lorfqu'il eft placé en C, il y refteroit en repos, s'il portoit fur un rayon *ae*, perpendiculaire au Plan horizontal *ef*; mais comme les deux Règles font un angle, elles touchent ce double cône par des

points qui sont plus reculés, comme *g*: ainsi le Centre de gravité qui est en *a* porte à faux, & le Corps entier commence à rouler de C vers B. A mesure qu'il s'avance dans cette direction, les deux Règles étant de plus en plus écartées, le Mobile descend d'une quantité égale au demi-diamètre *a e*, plus grande que la hauteur *f* B, à laquelle il semble s'être élevé; & le point *a*, par raport à l'Horizon, descend réellement de la quantité *b* B. Planche III. Fig. 17.

CHAPITRE XXX.

Du Coin.

D. QU'est ce qu'un Coin? Ce que c'est que le Coin.

R. C'est un Corps dur en forme de Prisme, qui a peu de hauteur, & dont les Bases sont des Triangles isoscèles. On y distingue trois Plans, qui terminent deux Triangles, comme D A C. Les deux plus longs de ces Plans forment un angle à la ligne A *a*, qu'on appelle la Pointe ou le Tranchant: le plus petit D *c*, qui détermine leur écartement, se nomme la Base ou la Tête, & la hauteur se mesure par la ligne A B, qu'on regarde aussi comme l'Axe du Coin. Planche III. Fig. 18.

On se sert du Coin lorsqu'il est question de fendre du bois, de séparer des corps, de soulever ou de presser quelque matière; & pour le faire agir, on emploie d'ordinaire un Marteau, un Maillet, & quelquefois la pression d'un Ressort ou d'un Poids, après Usage qu'on en fait.

avoir appliqué le taillant du Coin au Corps qu'on veut fendre ou ſéparer.

De Combien de manières le Coin peut agir.

D. De combien de manières le Coin peut-il agir?

R. On conçoit qu'il peut agir de pluſieurs manières; mais en voici deux auxquelles on peut raporter toutes les autres.

Planche III. Fig. 19.

Suppoſons prémierement deux Corps A, B, appuiés ſur un Plan ſolide, ſur lequel ils ne puiſſent que gliſſer ou rouler dans les directions CD, CD. Suppoſons auſſi qu'une Force déterminée, de dix livres, par exemple, appliquée en E, s'oppoſe à ce mouvement: ſi l'on fait deſcendre entre les deux Corps, le Coin FGH de toute ſa hauteur, il eſt certain qu'à la fin de cette action, les deux Mobiles A, B, ſeront écartés l'un de l'autre de toute la largeur de la Baſe FH. Ils le ſeroient plus ou moins, ſi l'on employoit un autre Coin, dont l'angle fût plus ou moins ouvert, comme *im* G, ou *ln* G.

Fig. 20.

Repréſentons-nous en ſecond lieu un Coin A, qui fait effort pour écarter les deux parties d'une Buche entre-ouverte BB, tandis qu'elles réſiſtent à cet écartement par la liaiſon des fibres qui ſont encore unies au-deſſous de l'angle *p*. On conçoit les deux lignes *sp*, *pq*, & de l'autre part *tp*, *tr*, comme deux Léviers angulaires, dont les Bras *pr*, *pq*, ſont liés enſemble par des fils également diſtans l'un de l'autre; le Coin A agiſſant en *t* & en *s*, fait donc ſon effort par les deux Bras *tp*, *sp*, contre le prémier lien qui eſt à l'angle *p*, tandis que les deux autres bras s'appuient mutuellement l'un contre l'autre au-deſſous. Si ce lien eſt infléxible, & qu'il ne puiſſe ceder ſans

ſans ſe rompre, l'effort du Coin produira cet effet, s'il excède un peu la force de ce fil; &, s'il eſt une fois rompu, celui qui le ſuit immédiatement, quoiqu'auſſi fort, ſe rompra plus facilement par la même action du Coin, parce qu'alors le Lévier de la Puiſſance eſt augmenté en longueur, &, par la même raiſon, cet avantage que reçoit la Puiſſance, doit aller toujours en augmentant.

D. Quel eſt le raport des Puiſſances qui agiſſent l'une contre l'autre par le moyen du Coin?

Raport des Puiſſances qui agiſſent l'une contre l'autre par le moyen du Coin.

R. L'expérience ſuivante le déterminera, & nous fera voir en même tems, qu'on peut ſe ſervir avantageuſement du Coin pour vaincre de grandes Réſiſtances, & que ſon action devient d'autant plus puiſſante, qu'il eſt plus aigu.

Planche III. Fig. 21.

Les deux Plans AC, BC, forment les deux faces d'un Coin, qui peut devenir plus ou moins aigu, par le moyen d'une charnière qui eſt au point C, & de deux Ecroux F, P, qui arrêtent les deux autres extrémités à la Règle GH. Pour cet effet cette dernière pièce doit être percée d'une raînure à jour, dans laquelle on fait gliſſer deux Tourillons à vis que l'on a ajoutés aux bouts des deux Plans. DI eſt un Chaſſis placé horizontalement ſur deux montans qui aboutiſſent à une Tablette qui leur ſert de pied. Deux Rouleaux *m*, *n*, tournent dans de petites Chapes qui gliſſent avec beaucoup de facilité ſur deux fils de métal tendus d'un bout à l'autre du Chaſſis.

Par cette diſpoſition les Rouleaux ne peuvent être écartés l'un de l'autre que par une force capable d'élever le Poids *p*, & le

Planche III. Fig. 21.

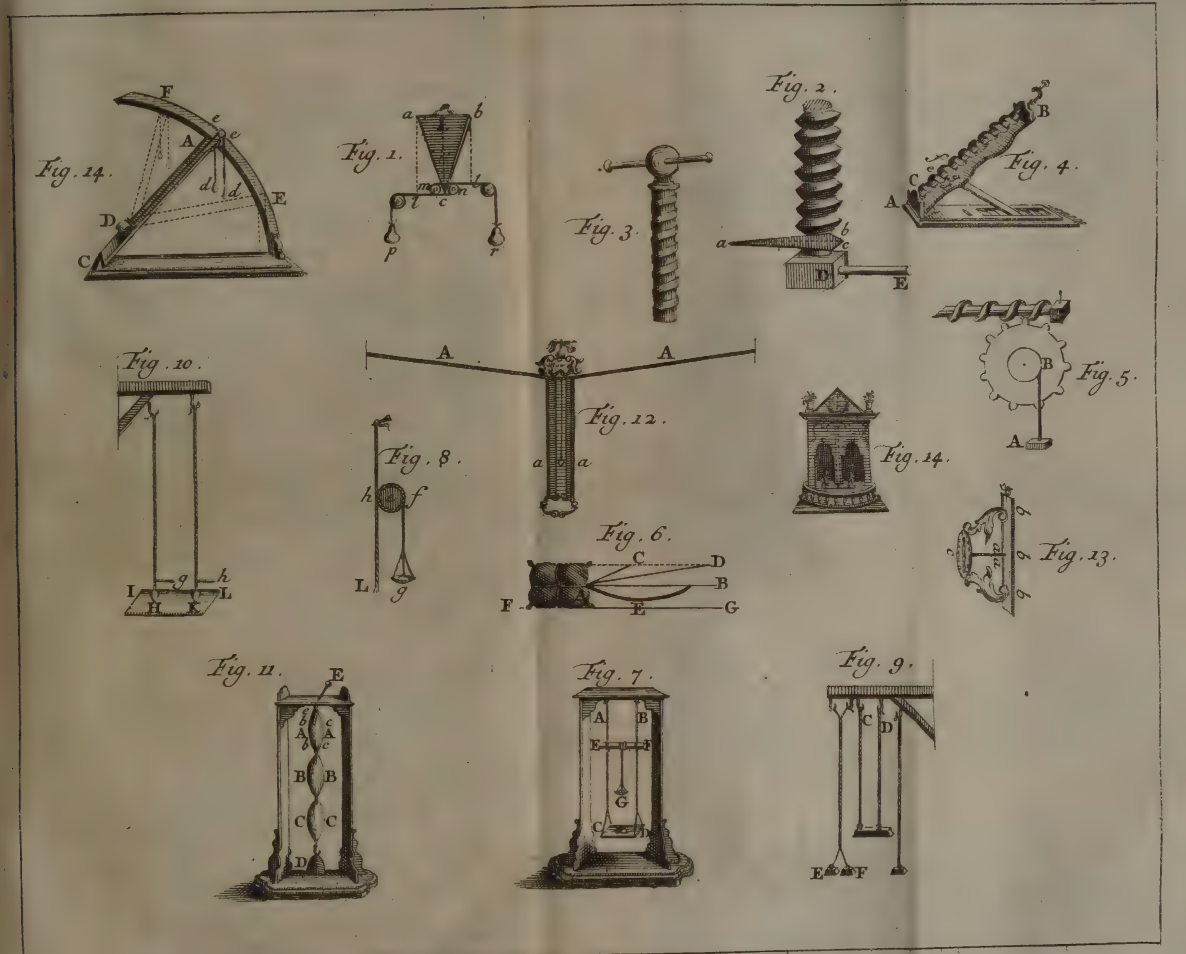
le Coin ABC, agiſſant contre eux par ſon propre poids, ou par celui qu'on lui ajoute, il eſt facile de comparer l'effort de la Puiſſance avec celui de la Réſiſtance. Le Poids *p* étant de deux livres, on rend le Coin tellement aigu, que ſon propre poids ſuffiſe pour écarter les Rouleaux; enſuite on l'ouvre de manière que ſa Baſe AB ſoit égale à la moitié de la hauteur KC.

Quand le Coin eſt aſſez aigu, quoiqu'il ne pèſe qu'environ 12 onces, ſon effort ſuffit pour écarter les Rouleaux. Lorſque ſa hauteur égale deux fois la largeur de ſa Baſe, il écarte encore les Rouleaux, ſi l'on ajoute un peu plus de 4 onces à ſon poids: c'eſt-à-dire, qu'avec un effort d'une livre il fait équilibre à une Force qui eſt double.

Si le Poids *p* de l'expérience étoit partagé en deux autres d'une livre chacun, comme dans la *Figure* 1 de la *Planche* ſuivante, *p*, *r*, & que les deux Rouleaux *m*, *n*, ne puſſent s'écarter l'un de l'autre ſans faire monter d'autant ces deux Poids, il faudroit, ſans l'intermède de la Machine, une maſſe égale à deux livres pour leur faire équilibre, & un peu plus pour les faire monter. Or, par le moyen d'un Coin, douze onces les enlèvent; il en faut auſſi un peu plus de ſeize pour faire le même effet, quand le Coin devient moins aigu. Le Coin peut donc vaincre de grandes Réſiſtances, & ſon action eſt d'autant plus grande qu'il eſt plus aigu.

Planche IV. Fig. 1.

La force d'un Corps qui ſe meut, ou qui tend à ſe mouvoir, vient de ſa maſſe, & du degré de viteſſe qu'il a, ou qu'il auroit ſi le mouvement avoit lieu. Or le Coin *abc* ne peut deſcendre de toute ſa hauteur, que


Fig. 14.
Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 10.
Fig. 12.
Fig. 8.
Fig. 14.
Fig. 13.
Fig. 6.
Fig. 11.
Fig. 7.
Fig. 9.

que les Rouleaux ne parcourent en même tems les deux espaces *c l*, *c i*, & que par conséquent les deux Poids *p*, *r*, ne fassent autant de chemin en montant : mais ces deux espaces qui égalent ensemble la Base *ab*, ne sont que la moitié de la hauteur du Coin, desorte qu'un Poids placé en *k* fait dans le même tems deux fois autant de chemin en descendant, que les Poids *p*, *r*, en font en montant : ainsi dans le cas de l'équilibre, le Poids *k* doit être à la somme des deux autres en raison réciproque des vitesses, c'est-à-dire, une livre contre deux, lorsque la ligne *kc* est double de la ligne *ab*; d'où suit cette Proposition générale : la Puissance est à la Résistance, dans le cas d'équilibre, comme la Base du Coin est à sa hauteur; ce qui n'a lieu cependant à la rigueur, que quand les Forces opposées peuvent être comparées à des Poids.

Planche IV. Fig. 1.

D. Quels sont les Instrumens qu'on peut raporter au Coin?

Instrumens qu'on peut raporter au Coin.

R. Tous les Outils tranchans, la Coignée & la Serpe du Bucheron, le Ciseau & la Gouge du Sculpteur & du Menuisier, la Lancette & le Scalpel du Chirurgien, le Couteau & le Rasoir, sont autant de Coins, dont l'angle, la grandeur, la figure, &c. sont proportionnés à la qualité des matières sur lesquelles ils doivent agir, & à l'action du Moteur qui doit régler leur effort. Les Clous à quatre faces, les Poinçons ronds, les Epingles, les Aiguilles, &c. font aussi l'office de Coins.

CHAPITRE XXXI.

Des différentes ſortes de Vis ou Helices.

Ce que c'eſt que la Vis. Planche IV. Fig. 2 & 3.

D. QU'eſt-ce que la Vis?

R. La Vis eſt composée de deux parties, dont la prémière, qu'on appelle la Vis extérieure, eſt un Cilindre ou Cône, dans lequel on a pratiqué une Gorge en ſpirale: la Cloiſon reſervée entre les tours de cette Gorge s'appelle le Filet de la Vis, & la diſtance d'un Filet à l'autre ſe nomme le Pas.

La Vis intérieure ou l'Ecrou.

On pratique auſſi ce Filet & cette Gorge dans une cavité cilindrique pour en faire la ſeconde partie de la Vis, qu'on nomme la Vis intérieure, ou l'Ecrou.

Ces deux ſortes de Vis doivent être proportionnées de manière, que le Filet de l'une puiſſe ſe mouvoir dans la Gorge de l'autre, & réciproquement.

Le Filet d'une Vis.

Le Filet d'une Vis, à ne conſidérer que l'endroit qui reçoit l'effort de la Réſiſtance, n'eſt autre choſe qu'un Plan incliné à la Baſe du Cilindre qu'il enveloppe, & ce Plan eſt d'autant plus incliné, que les Pas ſont moins grands. Ainſi lorſqu'une Vis tourne dans ſon Ecrou, ce ſont deux Plans inclinés dont l'un gliſſe ſur l'autre. La hauteur eſt déterminée pour chaque tour par la diſtance d'un Filet à l'autre, & la longueur eſt donnée par cette hauteur & par

la

la circonférence de la Vis; car si l'on développe un de ces Filets *ab*, avec son Pas *bc*, on aura le Triangle *abc*. Planche IV. Fig. 2.

A chaque révolution de cette Machine, pendant qu'une des parties est en repos, l'autre fait un Pas, & parcourt une distance égale à l'intervalle qu'il y a entre les Filets de la Vis. Action de la Vis.

La Puissance qui meut la Vis, s'applique à un Lévier DL, qu'on nomme Bras ou Manivelle; & cette Puissance est à la Résistance, dans le cas d'équilibre, comme la hauteur du Pas *bc* est à la circonférence que décrit l'extrémité E du Lévier, c'est-à-dire en raison réciproque des vitesses.

Le Frottement est de grand usage dans la Vis, puisqu'il fait que la Machine reste, après l'action, dans la situation où on l'a mise. Usage du Frottement dans la Vis.

Les Filets des Vis sont le plus souvent angulaires, comme dans la *Figure* 2, ou quarrés comme dans la *Figure* 3. Fig. 2 & 3.

D. Qu'est-ce que la Vis d'Archimède? La Vis d'Archimède.

R. C'est une Machine composée d'un Cilindre incliné à l'horizon, qui tourne sur deux Pivots A, B, & d'un Canal ou Tuyau qui l'enveloppe en forme de Spirale. Un Corps grave, placé à l'embouchure C du Canal, tombe par son propre poids en *d*: lorsqu'on fait tourner la Vis, le point *d* du Tuyau passe au point *e*, & le Mobile se trouve dans le Canal au point *f*, qui a fait un demi-tour & qui est venu en *g*. En continuant ainsi, on lui fait parcourir toute la longueur de la Vis de bas en haut. Fig. 4.

On peut en bien des occasions se servir de cette Vis pour élever les eaux; car si la partie inférieure est plongée dans l'eau, son

Canal doit s'emplir à meſure qu'il tourne, & procurer un écoulement par la partie d'en-haut.

La Vis ſans fin. Planche IV. Fig 5.

D. Qu'eſt-ce que la Vis ſans fin?

R. C'eſt une Machine compoſée d'une Vis, dont l'Eſſieu tourne toujours de même ſens ſur ſes Pivots ſans avancer ni reculer: ſes Filets mènent une Roue verticale, dont ils engrènent les dents; cette Roue porte à ſon centre un Rouleau B, avec une Corde pour enlever le Fardeau A.

Dans la Vis ſans fin la Puiſſance eſt au Poids, comme le produit de la hauteur d'un des Pas de la Vis par les rayons des Pignons, eſt au produit de la circonférence que décrit la Puiſſance par les rayons des Roues.

Jugement ſur cette Machine.

A l'aide de cette Machine on peut vaincre avec très peu de force une très grande Réſiſtance: mais cet avantage coute bien du tems; car la Vis doit faire un tour entier pour faire paſſer une dent de la Roue, & il faut que toutes les dents paſſent pour faire tourner une fois le Rouleau.

Son uſage

Mais cette lenteur eſt ſouvent l'objet qu'on ſe propoſe; comme lorſqu'il s'agit de modérer le mouvement d'un rouage. On en trouve l'idée dans le Tourne-broche commun, dont le principal mérite, après celui de préſenter uniformément au feu tous les côtés d'une pièce de Viande, eſt de prolonger le ſervice du Poids par le délai de ſa chute.

Un autre avantage de la Vis ſans fin eſt de pouvoir porter ſon action à de très grandes diſtances. Les Roues qu'on aſſocie à la Vis ont leur Axe & leur Rouleau, autour duquel on peut faire filer une Cor-

de

de ou un Cable, qui tirera un énorme billot, & d'auſſi loin qu'on voudra.

CHAPITRE XXXII.

Des Cordes & des Hygromètres.

De quoi les Cordes ſont compoſées, & leur uſage.

D. DE quoi les Cordes ſont-elles compoſées, & quel eſt leur uſage?

R. Elles ſont faites de pluſieurs fils ou fibres, tirées ou du règne végétal, comme le Chanvre; ou du règne animal, comme la Soie ou les Boyaux. On forme de ces fibres des Corps longs & fléxibles, dont on fait un grand uſage en Méchanique, ſoit pour changer la direction du mouvement, ſoit pour tranſporter la Puiſſance ou la Réſiſtance dans un lieu plus avantageux, ſoit enfin pour lier, ſerrer, arrêter des Mobiles qui tendent à ſe deſunir ou à ſe déplacer.

Réſiſtance qu'elles font.

Les Cordes n'augmentent ni ne diminuent par elles-mêmes l'intenſité des Forces qui agiſſent contre elles; mais leur poids, leur courbure, leur roideur font des réſiſtances qui exigent un plus grand effort.

Comment on doit eſtimer la différence de leur poids.

En conſidérant les Cordes comme des Cilindres, on doit, à longueurs égales, eſtimer la différence de leur poids par le quarré du diamètre. Si, par exemple, une Corde qui a un pouce de diamètre, & pèſe 30 livres, celle qui ſera deux fois auſſi groſſe peſera 120 livres.

La courbure des Corde desavantageuse à la Puissance. Planche IV. Fig. 6.

La Courbure de la Corde eſt auſſi desavantageuſe à la Puiſſance. Nous avons vu que l'effort de la Puiſſance eſt le plus grand qu'il puiſſe être, lorſqu'il eſt dirigé parallélement au Plan, comme AB. Mais il y a bien des occaſions où la Corde, devenant courbe, comme AEB, à cauſe de ſa longueur & de ſon poids, incline l'action de la Puiſſance au Plan, & l'affoiblit d'autant.

Changement qu'apportent la longueur des Cordes à la direction de la Puiſſance.

La longueur ſeule de la Corde apporte du changement à la direction de la Puiſſance; car, ſi elle fait un angle avec le terrain, elle le fait d'autant plus grand qu'elle eſt moins longue. Quoique les deux lignes AC, AD, ne ſoient ni l'une ni l'autre parallèles au Plan FG, cependant la prémière s'écarte davantage du paralléliſme que la dernière.

Combien la roideur des Cordes augmente la réſiſtance.

La roideur des Cordes eſt ce qui mérite le plus d'attention; elle augmente ſouvent d'un tiers la Réſiſtance ſur laquelle on fait agir la Force motrice.

Expériences à ce ſujet. Fig. 7.

Soient deux Cordes ſemblables, A, B, pendues au plancher à 5 ou 6 pouces de diſtance l'une de l'autre, & qui ſoutiennent une Tablette CD ſur laquelle on poſe des Poids. Ces Cordes font chacune un tour ſur un Cilindre EF, & au milieu on envelope en ſens contraire un Ruban, au bout duquel on attache un baſſin de Balance G, que l'on charge juſqu'à ce qu'il commence à faire rouler le Cilindre de haut en bas, comme dans la *Figure* 8. On emploie pluſieurs paires de Cordes, toutes de même matière, de diamètres différens: le Cilindre doit être toujours du même poids, quoiqu'on varie ſa groſſeur; & afin

Fig. 8.

que

que le Ruban *f* ſoit toujours à la même distance du point *e*, on diminue le Cilindre en ſon milieu, ou bien, en évaluant l'effort du poids, on tient compte de la diſtance du point *f* au point *e*, ſi elle eſt augmentée. Dans cette expérience le diamètre des Cordes eſt de 3 lignes, celui du Cilindre d'un ½ pouce, & l'on charge d'abord CD, *Figure* 7, de 20 livres, & enſuite de 40. Planche IV. Fig. 8. Fig. 7.

L'effet que produit cette diſpoſition, c'eſt que les Cordes étant tendues par un Poids de 20 livres, il faut que le Poids G ſoit de 45 onces, pour commencer à faire deſcendre le Cilindre; & lorsqu'on tend les Cordes avec un Poids de 40 livres, le Cilindre n'obéit qu'à l'effort de 90 onces.

Voici l'explication de ce phénomène. Le Cilindre tend à deſcendre ou par ſon propre poids, ou par celui qui agit en *f*. Fig. 8. Il n'eſt donc retenu que par la Corde qui l'enveloppe de part & d'autre. Mais ſi cette Corde avoit une fléxibilité parfaite, elle laiſſeroit paſſer librement le Cilindre de l'endroit le plus haut à l'endroit le plus bas. Toute la Réſiſtance qui cède prémierement à 45 onces, vient donc de la roideur des Cordes qui ſont tendues par le Poids CD; & , puiſque cette roideur ne Fig. 7. peut être vaincue que par 90 onces, quand le Poids qui la fait naître augmente de 20 à 40, c'eſt une preuve qu'elle croit en raiſon directe des Forces qui tendent les Cordes; car 45 ſont à 90, comme 20 ſont à 40.

Autre expérience. Suppoſons une paire de Cordes, dont le diamètre ſoit de 2 lignes; que ces Cordes ſoient tendues par un Poids de 20 livres, & qu'elles envelopent

pent un Cilindre d'un demi-pouce de diamètre. Qu'on faſſe enſuite ſervir une autre paire de Cordes une fois plus menues, à qui l'on donne le même degré de tenſion, & que l'on faſſe tourner ſur le même Cilindre. Dans le prémier cas il faut 30 livres pour vaincre la roideur des Cordes; dans le ſecond il n'en faut que 15.

Planche IV. Fig. 8.

Pour expliquer ce phénomène on peut conſidérer le diamètre de la Corde & celui du Cilindre comme ne faiſant qu'un même Lévier, dont le Centre du mouvement eſt en *e*: on voit que ſi le bras *ef* reſtant le même, *e b* devient plus long, la Puiſſance qui agit en L en aura d'autant plus de force pour vaincre celle qui peſe en *g*. En conſidérant ainſi la roideur qui vient de la groſſeur des Cordes, on voit d'abord pourquoi, lorsqu'on double leur diamètre, il faut auſſi doubler le Poids qui tend à faire deſcendre le Cilindre, & pourquoi cette réſiſtance ne croit pas en raiſon de la ſolidité des Cordes, mais ſeulement en raiſon des diamètres.

Pourquoi les grandes Poulies doivent être préférées aux petites.

Ces expériences font voir la néceſſité qu'il y a d'avoir égard à la roideur des Cordes lorsqu'on les emploie pour faire agir des Machines. En général, les grandes Poulies doivent être préférées aux petites, non ſeulement parce qu'ayant moins de tours à faire, leur Axe a moins de frottement; mais encore parce que les Cordes qui les font mouvoir, y ſouffrent une moindre courbure, & leur oppoſent par conſéquent moins de réſiſtance.

Combien il ſeroit utile de concilier la

Les Cordes deſtinées à faire de grands efforts, doivent être durables, elles doivent être capables d'une grande réſiſtance: pour les rendre telles, on les prépare d'une

ne certaine manière, & cette préparation leur donne de la roideur. Mais la roideur est nuisible. Il faudroit donc tâcher de concilier la force des Cordes avec une grande fléxibilité. C'est à quoi l'on travaille aujourdhui en France.

force des Cordes avec leur fléxibilité.

D. Quelle est la manière la plus avantageuse d'unir les fils ou les cordons pour en former des Cordes capables de résister à de grands efforts?

Si le tortillement des Cordes est avantageux.

R. Cette importante question qui partage les Savans, mérite d'être examinée.

Quelques-uns prétendent que le tortillement par lequel on a coutume de lier ensemble les assemblages des prémiers fils qui font des cordons, donne plus de force aux Cordes qu'elles n'en auroient, si les parties qui les composent, étoient seulement réunies en forme de faisceaux. Il semble d'abord qu'on doit décider en faveur du tortillement, parce que cette façon fait naître une union plus intime entre les parties composantes, & que la force du composé semble dépendre de cette union. D'ailleurs le tortillement rend une Corde plus solide, plus grosse qu'elle ne le seroit, si ses fils ou cordons n'étoient qu'assemblés à côté l'un de l'autre.

Cependant, malgré ces vraisemblances, Mr. de Réaumur a fait voir dans un de ses Mémoires, que cette façon qu'on donne aux Cordes, commode & avantageuse à d'autres égards, les affoiblit plutôt qu'elle n'augmente leur force. L'expérience suivante décide en sa faveur.

Divisez en plusieurs bouts un écheveau de fil à coudre, éprouvez-en la force en y suspendant des Poids connus jusqu'à ce qu'ils

Expérience qui prouve que le tor-

tillement affoiblit les Cordes. Planche IV. Fig. 9.

qu'ils rompent, comme dans la *Figure* 9; &, lorsque vous êtes assuré de ce qu'ils peuvent porter séparément sans se casser, tortillez-en ensemble, deux, trois, quatre, ou davantage, pour en faire une petite Corde à laquelle vous suspendrez aussi des Poids, pour savoir combien elle peut en porter.

L'expérience vous apprendra que les fils tortillés ne portent jamais un poids qui égale la somme de ceux qu'ils portoient séparément. Si un fil porte 6 livres, deux fils C, D, porteront 12 livres, pourvu que chacun des deux n'ait à porter que la moitié de la somme totale, c'est-à-dire 6 livres. Imaginez que les deux Poids de 6 livres E, F, soient joints ensemble, de manière que de cette somme de 12 livres, les deux tiers portent sur le fil C, & l'autre tiers sur D; le prémier de ces fils cassera d'abord, parce qu'il ne peut porter que 6 livres & non pas 8. La même chose arrive lorsque les deux fils sont tortillés ensemble; car comme l'un des deux l'est plus que l'autre, l'effort du Poids est inégalement partagé entre eux, & ils ne peuvent par conséquent soutenir ensemble les 12 livres qu'ils auroient portées séparément. De plus, en tortillant ainsi les fils, on les tend; & cette tension tient lieu d'une partie de l'effort qu'ils peuvent soutenir.

Jusqu'à quel point on doit tortiller les Cordes.

On ne doit donc point attendre des Cables & autres gros Cordages, qu'on emploie sur les Vaisseaux ou dans les Bâtimens, toute la résistance dont ils seroient capables, s'ils ne perdoient rien de leur force par le tortillement. On ne doit donc tordre les Cordes qu'autant qu'il est nécessaire pour lier les parties, par un frottement suffisant. On doit aussi avoir soin que le

ſe tirage des Cordes qui concourent à un même effet, ſoit égal ; s'il eſt inégal, elles ſe caſſent les unes après les autres.

D. Qu'arrive-t-il aux Cordes compoſées de pluſieurs filets ou cordons tortillés enſemble, lorſque l'eau vient à les pénétrer ? **Effet que l'eau produit ſur les Cordes.**

R. Elle deviennent plus groſſes, elles s'accourciſſent, & ſe détordent un peu. Voici une expérience qui le prouve.

Attachez au plancher des Cordes, & ſuſpendez à leurs bouts des Poids H, K, aſſez fort ſeulement pour les tenir tendues, & qui finiſſent en pointe au-deſſus & fort près de la Tablette I L. Au bout de chacune des Cordes, immédiatement au-deſſus du Poids, placez un petit Index de carton, *g*, ou *b*, qui faſſe un angle droit avec la Corde, que vous mouillerez enſuite d'un bout à l'autre. Vous remarquerez bientôt après, que les Cordes s'accourciront, parce que les Poids H, K, s'éleveront un peu au-deſſus de la Tablette I L ; qu'elles ſe détorderont, par le mouvement de l'Index *g*, ou *b*. **Planche IV. Fig. 10.**

Voici la raiſon de ces phénomènes. L'eau en pénétrant les parties de la Corde, les écarte, & rend la Corde plus groſſe. Ces parties ne peuvent s'écarter l'une de l'autre, ſans former un ventre, ſans que les extrémités, ſe raprochent ; & delà le racourciſſement de la Corde. Les petits interſtices qui ſont entre les fibres & les cordons, devenus plus ouverts par l'introduction de l'eau, rendent la Corde un peu moins torſe. Ces effets ont lieu, malgré les Poids qui tiennent les Cordes tendues. **Raiſon de cet effet.**

D. Un

L'introduction d'un Fluïde dans une Corde la rend plus courte, malgré l'effort d'une Puissance considérable.

D. Un Fluïde, qui s'introduit dans une Corde, peut-il la rendre plus courte en la grossissant, malgré l'effort d'un Puissance considérable, & peut-on tirer de grands secours de cet effet ?

R. Oui ; & voici une expérience qui le prouve.

Expérience qui le prouve. Planche IV. Fig. 11.

Que A, B, C, soient des Vessies, qui communiquent ensemble par de petits bouts de tuyaux qui servent à les joindre ; & que D soit un Poids de 30 livres qui repose sur le pied de la Machine, quand les Vessies sont vuides. Si on soufle de l'air dans les Vessies par le tuyau E, elle s'enfleront, & le Poids s'élevera de plusieurs pouces.

L'air introduit dans les Vessies, les dilate. Les parois AA, BB, CC, ne peuvent s'écarter l'une de l'autre, que les extrémités de chaque Vessie ne se raprochent, & que tout l'assemblage ne devienne plus court, & n'oblige par conséquent le Poids à s'élever.

Voici comment on peut élever par un simple soufle un Poids aussi considérable. Tout son effort se partage également à toute la surface des Vessies, l'orifice du Canal E*e* n'occupe qu'une très petite partie de cette surface : s'il n'en occupe qu'un $\frac{1}{1000}$, la Résistance qui s'oppose à son embouchure, & qu'il faut vaincre pour introduire l'air, n'est donc que la $\frac{1}{1000}$ partie de 30 livres. Les côtés *b* A *b*, *c* A *c*, d'une de ces Vessies, représentent assez bien les fibres des Cordes ; & comme l'air dilate les unes, l'humidité enfle les autres, & leur fait faire de grands efforts.

Obélisque élevé à

On prétend que ce fut à l'aide de Cor-

des

des mouillées qu'on éleva un Obélisque à Rome sous le Pontificat de Sixte V. Quoique les Cordes mouillées puissent vaincre de grandes résistances en se racourcissant, elle ne produisent cependant cet effet, qu'autant qu'elles sont faites de matières peu susceptibles d'allongement par elles-mêmes, telles que sont les fibres des Végétaux ou la Soie: si l'on mouille des Cordes de boyaux, elles s'allongent en les tirant avec une certaine force, parce que leurs fibres sont extensibles en tous sens, & que l'humidité augmente leur souplesse.

Rome sous Sixte V. à l'aide de Cordes mouillées.

D. N'emploie-t-on pas les Cordes pour connoître l'état de l'Atmosphère, & quel nom donne-t-on aux Cordes qui servent à cet-usage?

Les Hygromètres, ou Cordes pour connoître l'état de l'Atmosphère.

R. Oui; & ces Instrumens qu'on nomme Hygromètres, consistent principalement en une Corde de chanvre ou de boyaux, qui marque en s'allongeant & en se racourcissant, ou bien en se tordant & en se détordant, s'il règne dans l'air plus ou moins d'humidité.

D. Comment fait-on les Hygromètres?

Comment on les fait.

R. On leur donne différentes formes. Le plus simple de tous se fait avec une Corde de 10 ou 12 pieds, AA, que l'on tend foiblement dans une situation horizontale, & dans un endroit à couvert de la pluie, quoiqu'exposé à l'air libre. On attache au milieu un fil de laiton, au bout duquel on fait pendre un petit Poids, *aa*, qui sert d'Index, & qui marque sur une Echelle divisée en pouces & en lignes les degrés d'humidité en montant, & ceux de la sécheresse en descendant.

Planche IV. Fig. 12.

On fait aussi des Hygromètres avec un

Autres for-

res d'Hygromètres. Planche IV. Fig. 13. bout de Corde de boyaux, *a a*, que l'on fixe d'un côté à quelque chose de solide, *b b b*, & que l'on attache par l'autre perpendiculairement à une petite Traverse, *c*, qui tourne à mesure que la Corde se tord ou se détord, & qui marque, comme une aiguille sur la circonférence d'un Cadran, les degrés de sécheresse & d'humidité.

Fig. 14. D'autres placent, comme dans la *Figure* 14, sur les extrémités de la petite Barre ou Traverse, deux Figures humaines de carton ou d'émail, dont l'une rentre & l'autre sort d'une petite maison qui a deux Portiques, lorsque le sec ou l'humide fait tourner la Corde ; & l'on fait porter un petit parapluie à celle des deux Figures que le mouvement de la Corde fait sortir, lorsque l'humidité augmente.

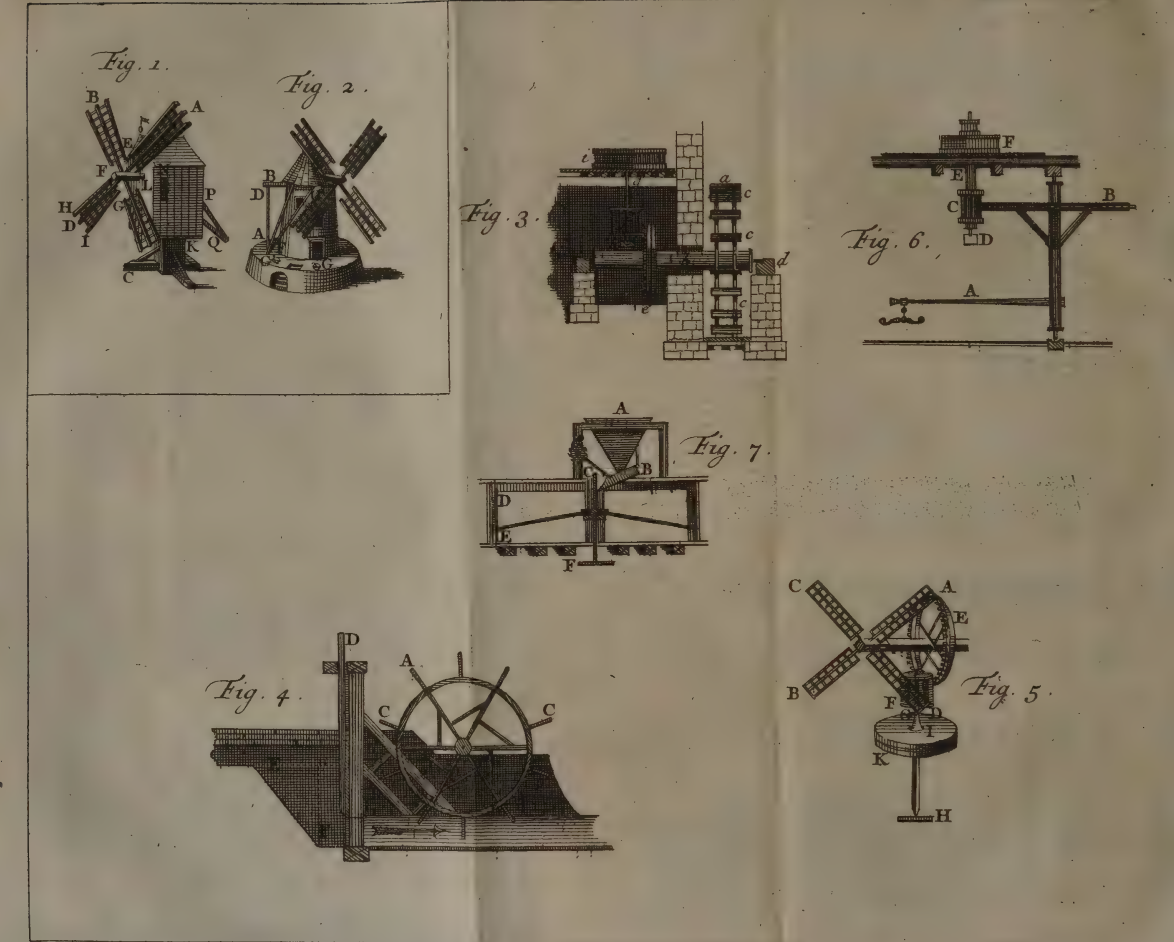
Nous n'apprenons presque rien de meilleur de ces Instrumens, parce qu'il arrive souvent que l'Atmosphère a déja perdu une grande partie de son humidité, avant que la Corde en puisse donner aucun signe.

CHAPITRE XXXIII.

Des Moulins à eau, à vent, à bras, sur bateau, à fier, & à poudre.

Moulins à vent d'Allemagne & de France. *D.* DOnnez-moi, je vous prie, une légère idée de la manière dont on fait les Moulins à vent.

R. Voici une courte description de ceux dont


Fig. 1.
B
A
E
F
L
P
H
G
D
I
K
Q
C
Fig. 2.
B
D
A
G
Fig. 3.
i
a
c
c
d
c
e
Fig. 6.
F
E
C
B
D
A
Fig. 7.
A
B
D
E
F
Fig. 4.
D
A
C
C
Fig. 5.
C
A
E
B
F
D
I
K
H

dont on ſe ſert communément en Allemagne, & en diverſes Provinces de France.

Faites quatre Volans ou Aîles avec les Treillis, comme la *Figure* 1 les repréſente: que la longueur E A ſoit d'environ 30 pieds, & la largeur H I de 6. Attachez-les à angles de 45 degrés, à un Cilindre F L; car ſi on les ajuſtoit à angles droits, le vent ne les feroit point tourner. Les mieux adaptés ſont ceux qui coupent l'Axe à l'angle de 54 degrés, parce qu'alors le Vent a beaucoup de force pour les faire tourner. Comme il faut que les Aîles regardent le Vent, toute la Machine doit tourner autour de l'Axe K, afin que par le moyen du Lévier P Q, attaché à la Tourrette, on puiſſe tourner la Machine du côté qu'on veut. Planche V. Fig. 1.

D. Comment ſe font les Moulins à vent qu'on emploie ordinairement en Hollande, & qui ſont auſſi beaucoup en uſage dans la Xaintonge & dans le Poitou? Moulins à vent de Hollande, &c.

R. Ils ſe font de la manière ſuivante.

Elevez une Tour en pierres jusqu'au Toit, qui ne doit par être fixé de façon qu'il ne puiſſe tourner. Faites paſſer par le Toit un Cilindre, auquel ſoient attachées quatre Aîles telles que celles de la *Figure* précédente. Attachez fixement à ce Toit, une Poutre qui ſorte en dehors jusqu'à B. Ajoutez-en une autre A D au bout de la prémière, de façon qu'elle deſcende directement jusqu'à la Platte-forme bâtie autour du Moulin. Joignez encore la Poutre A D à une autre F C, qui doit être auſſi fermement attaché au Toit au-deſſus de C. Plantez des Crochets de fer d'eſpaces Fig. 2.

en

Planche V. Fig. 2. en eſpaces ſur la Platte-forme, G, G; puis ayant ajuſté un Cable au bout de ces Solives A, F, vous les ferez paſſer par un de ces Crochets G, G, & par le moyen d'un Cabeſtan mobile vous ferez tourner le Toit.

Manière de faire tourner le Toit de ces Moulins.

D. Comment fait-on tourner le Toit de ces Moulins?

R. On fixe un Anneau de fer cannelé tout autour du haut de la Tourrette, au fond duquel on inſère, d'eſpaces en eſpaces, des Poulies de laiton, dont une partie de la circonférence doit ſortir un peu de la cannelure, ſur laquelle on ajuſte enfin un autre Cercle de fer, comme le prémier, & ſur ce ſecond on élève le Toit.

Moulins à eau.

D. Qu'y a-t-il de plus important à remarquer touchant les Moulins à eau qui ſervent à moudre le Blé, & quelles ſont les principales pièces dont ils ſont compoſés?

R. Les Moulins à eau ſont ou à demeure & poſés ſur le courant des eaux, ou mobiles & placés ſur des Bateaux. Ceux-ci ont la Roue directement oppoſée au fil de l'eau & au courant le plus vif. Pour faire aller ceux qui ſont ſtables, on retient l'eau, & on la laiſſe tomber dans un Canal ſur les Aubes de la Roue. Les forces de cette eau augmentent comme ſa viteſſe, & ſa viteſſe comme le quarré des eſpaces parcourus.

Leurs pièces. Fig. 3.

Voici les principales pièces d'un de ces Moulins à eau. La Roue, *a*, vue de profil, avec ſes Aubes *ccc*. Elle a environ 16 pieds de diamètre, en comptant juſqu'à la moitié des Aubes. L'Arbre ou Eſſieu, *b*, long environ de 18 pieds, & de 18 pouces

pouces de diamètre. Les Aubes, *ccc*, ou planches posées de chan à la circonférence de la Roue, pour recevoir l'impulsion de l'eau. Les Tourillons, *d*, qui soutiennent l'Arbre; ils ont un pouce & demi de diamètre. Le Rouet, *e*, qui a 4 pieds de rayon, & 48 Chevilles implantées perpendiculairement au plan de sa circonférence, pour engréner dans les Fuseaux de la Lanterne. La Lanterne, *f*, environ d'un pied & demi de diamètre, composée de 2 Plateaux qui la terminent en haut & en bas, & de 9 Fuseaux qui forment son contour. Elle est traversée par l'Axe de fer, *g*, qui s'appuie de sa pointe sur la pièce de bois, *h*, & soutient la Meule supérieure. Cette pièce d'appui se nomme le Palier. Le Tambour, *i*, où les Meules sont enfermées.

Planche V. Fig. 3.

On voit encore une partie de ces mêmes pièces, mais autrement disposées dans la *Figure* 4. Le plan de la Roue, A. Les Aubes CC. La Vanne, D, porte de bois qui se hausse pour laisser passer l'eau, & s'abaisse pour l'arrêter. L'eau, E, retenue à une hauteur convenable, pour gagner par sa chute dans le Bassin ou Canal F une impulsion plus forte contre les Aubes inférieures qu'elle y rencontre, & qu'elle entraîne avec le rayon qui fait jouer l'Arbre.

Fig 4.

La *Figure* 5 représente un Moulin à vent, pour moudre le Blé, sans aucune proportion observée dans les pièces. Les Aîles ABCD. Le Rouet, E. La Lanterne, F. L'Axe, G. Le Palier, H. La Meule supérieure ou tournante I, suspendue en équilibre à l'Axe de fer. La Meule gisante ou immobile, K.

Prémière ébauche d'un Moulin à vent. Fig. 5.

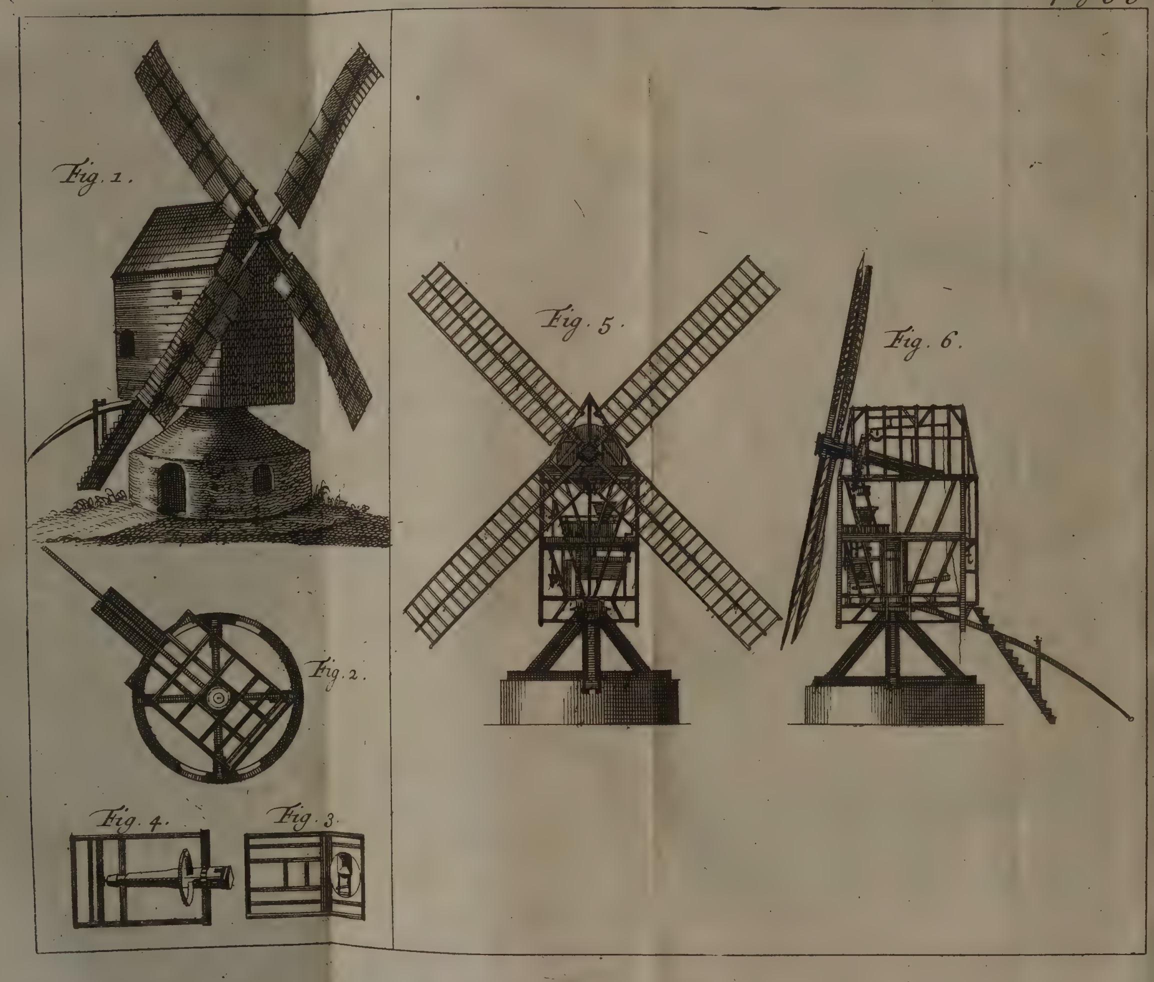
Planche V. Fig. 6. Moulin à bras.

La *Figure* 6 repréſente un Moulin à bras. Le Lévier, A, où l'on applique le Moteur, qui eſt ou un ſeul Homme ou pluſieurs, ou un Cheval, ou un Bœuf, &c. Ce Lévier peut être double, ou quadruple, pour faire aller pluſieurs Moulins enſemble. Le Rouet B, poſé horizontalement avec ſes Chevilles implantées extérieurement & à la circonférence des Jantes. La Lanterne, C. Le Palier, D. L'Axe de fer, E. Le Tambour, F, où ſont les Meules.

Diverſes pièces des Moulins à Blé. Fig. 7.

La *Figure* 7 fait voir diverſes pièces des Moulins à Blé, qui n'ont pu être bien repréſentées dans les Figures précédentes, ſavoir: La Trémie, A, où l'on jette le Blé. L'Auget, ou petite Auge inclinée, B, pour recevoir le Blé qui s'échape de l'orifice inférieure de la Trémie, & pour le conduire dans l'ouverture de la Meule ſupérieure. L'Axe de fer, C, qui étant quarré à la rencontre de l'extrémité de l'Auget, ne ſauroit faire une révolution ſans heurter de ſes 4 coins contre l'Auget, qui recule au paſſage de chaque angle, & retombe 4 fois ſur autant de ſurfaces plattes qui ſont entre les coins de la Barre. Ces ſecouſſes déterminent le Blé de l'Auget à ſe gliſſer entre les Meules, & ſucceſſivement celui du bas de la Trémie à s'écouler, n'étant plus ſoutenu. La Meule tournante, D. La Meule giſante, E. Le Palier, F.

La Lanterne, l'Axe de fer, & la Meule ſupérieure tiennent enſemble, & marchent de compagnie; l'Axe traverſe la Meule inférieure, & y joue librement. Il y a une légère diſtance entre les deux Meules. Les Meuniers ſont maîtres de raprocher plus ou moins


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 4.
Fig. 3.
Fig. 5.
Fig. 6.

moins les deux Meules, selon qu'ils veulent moudre gros ou fin. Le Palier, F, est une pièce de bois d'un demi-pied de largeur & de 5 pouces d'épaisseur, sur 9 pieds de longueur entre ses deux appuis. La Meule étant du poids de quatre mille livres ou un peu plus, la Lanterne & l'Axe de fer de plus de deux cens, c'est une nécessité que le Palier fléchisse dans sa longueur sous un pareil fardeau, & fasse un arc concave. Planche V. Fig 7.

Dans la Planche VI, *Figure* 1, vous voyez le Moulin à Vent avec ses Aîles vêtues. Ce Moulin, de même que la plupart des pièces précédentes & des suivantes, a été dessiné par Mr. Léandre, Artiste Suédois, envoyé en France par la Cour de Stockholm pour y lever les Plans des Manufactures & des plus beaux Etablissemens. Différens Plans du Moulin à Vent. Planche VI. Fig. 1.

La *Figure* 2 représente le Plan du Fondement, avec la Montée & la Queue du Moulin. Fig. 2.

La *Figure* 3 fait voir le Plan du second Etage, qui porte les Meules & la Trémie. Fig. 3.

La *Figure* 4 représente le Plan du troisième Etage, où pose l'Axe des Aîles avec le Rouet. Fig. 4.

La *Figure* 5 représente la Carcasse du Moulin à Vent, vue de face. Fig 5.

La *Figure* 6 représente le Moulin à Vent vu de profil. Fig. 6.

Dans ces deux dernières *Figures* on distingue les trois étages du Moulin à vent. Sous le prémier est l'Attache ou cette puissante pièce de bois, qui porte tout le corps du Moulin, lequel tourne à volonté autour d'elle pour présenter les Aîles au vent, se-

 lon

lon que le cours en vient d'un côté ou d'un autre. La Queue du Moulin avec ſon Echelle, étant pouſſée par un ſeul homme ou tirée à l'aide d'un Tourniquet, ſuffit pour mettre l'Arbre des Aîles dans la direction du vent. Dans le prémier étage, vers le tiers de la charpente du côté des Aîles, on voit l'Attache ou l'Aiguille, qui porte tout, continuée jusqu'au ſecond. Entre cette pièce de ſupport & le devant, eſt la Huche poſée ſous les Meules pour recevoir la farine. Dans le ſecond étage eſt le Cofre aux Meules, la Trémie & la Lanterne au bas du Rouet. Dans le troiſième eſt l'Arbre des Aîles, le Rouet, &c.

Ce qu'il y a à admirer dans le Moulin à vent.

On admire entre autres dans cette Machine, 1. le parfait équilibre de la maſſe du Moulin, qui ſe ſoutient & joue en l'air ſur un ſimple pivot; 2. la diſpoſition des Aîles pour recevoir le vent; 3. le raport de la force mouvante avec la réſiſtance des Meules & des frottemens. La liberté du vol des Aîles dépend de l'inclinaiſon de l'Axe à l'horizon, & de l'inclinaiſon de la ſurface des Aîles à leur Axe.

Comment on doit calculer l'effet du Vent ſur le Moulin.

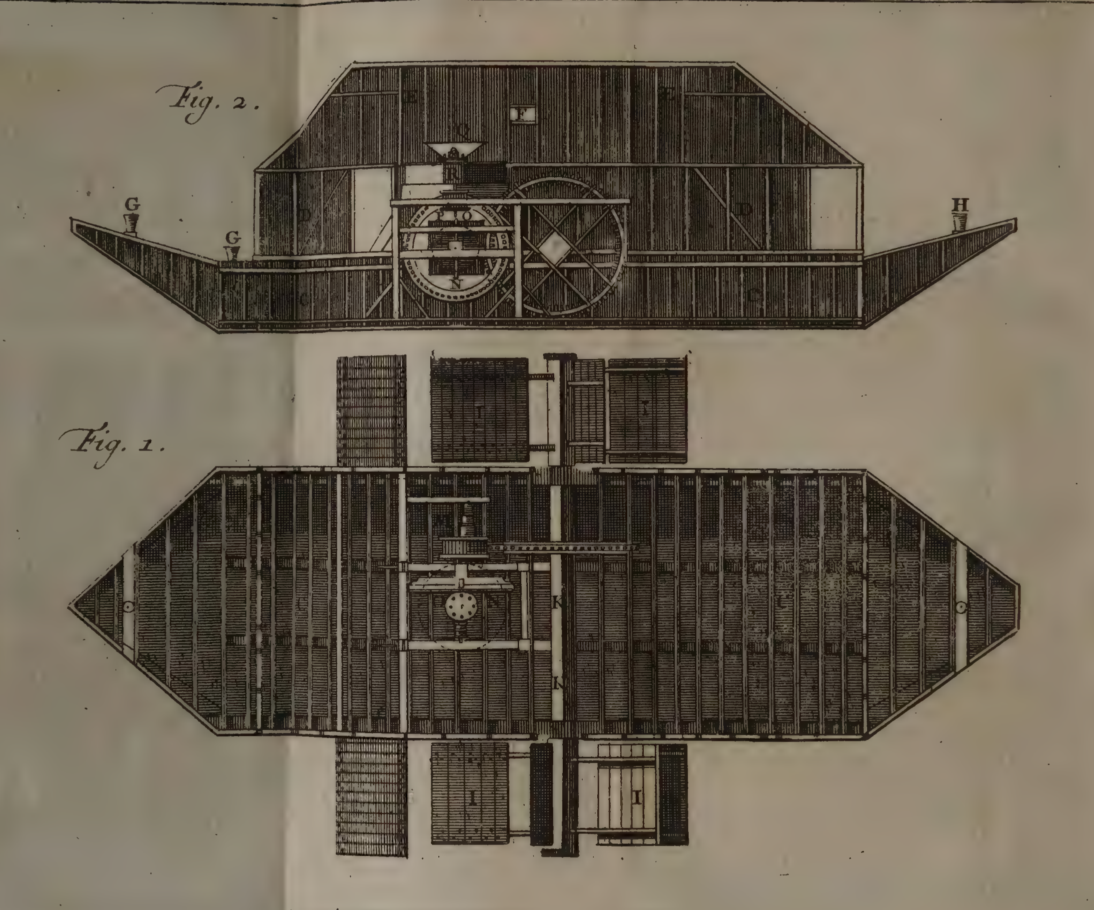
Pour calculer l'effet du Vent ſur le Moulin, il faut déterminer l'intenſité de l'action du Vent ſur la ſurface de l'Aîle, ce qu'on ne pourra peut-être jamais faire exactement (*a*).

Moulin ſur Bateau.

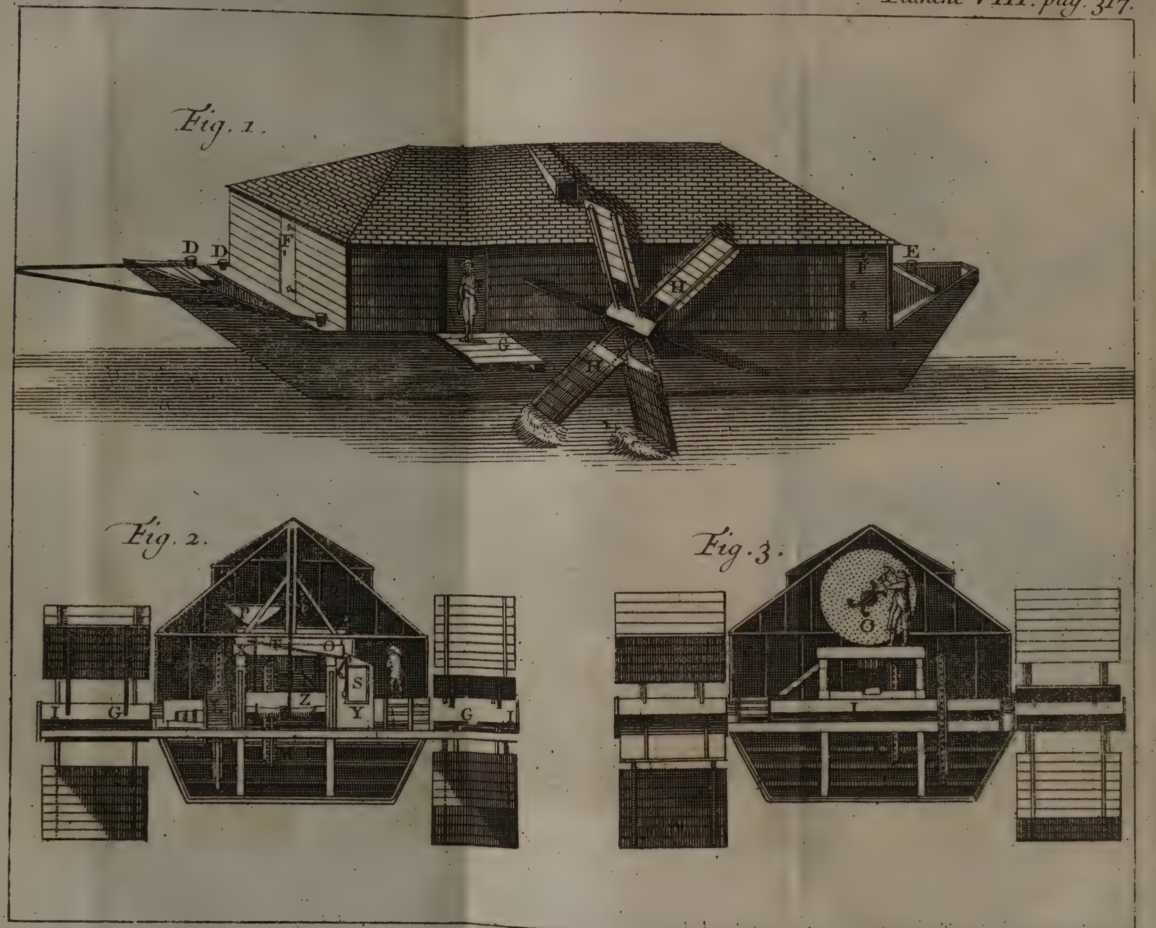
D. Faites-moi connoître, je vous prie, ce que c'eſt qu'un Moulin ſur Bateau.

R. Celui qui eſt repréſenté par les figures ſuivantes a été deſſiné d'après ceux de Paris.

(*a*) On trouve la raiſon de cette difficulté dans les *Elémens de Phyſique* de *'s Graveſande*, Tom. I, page 480.


Fig. 2.
E
E
F
Q
R
P
O
N
G
G
H
D
D
C
C
Fig. 1.
I
I
M
K
N
L
I
I




Fig. 1.
D
D
F
E
F
H
G
H
Fig. 2.
P
O
S
Z
Y
I
G
G
I
Fig. 3.
O
I

Paris. On retrouve encore dans ſon élévation & dans ſes coupes, toutes les pièces du Moulin dont on vient de donner la deſcription; ainſi ces pièces peuvent être reconnues ſans être étiquetées. Il y a ſeulement dans le Moulin ſur Bateau une Roue & un Pignon de plus. La Roue eſt emportée par l'Arbre que font marcher les Volets entraînés par le courant. Cette Roue engrène dans un grand Pignon qui fait aller le Rouet ſur la Lanterne deſtinée à faire marcher la Meule.

La *Figure* 1 de la Planche VII repréſente le Plan d'un Moulin ſur Bateau. En voici les principales pièces. Le fond du Bateau, CC. Les Volets, IIII. Le grand Arbre tournant, KK. La groſſe Lanterne attachéée au petit Arbre auſſi bien que le Rouet, M. Le Rouet, N. La petite Lanterne qui conduit la Meule, O. Planche VII. Fig. 1.

La *Figure* 2 repréſente la Coupe ſur la longueur de ce Moulin. Le bord du fond du Bateau, CC. La Guette, DD. Le Comble, EE. La Fenêtre bâtarde, F. La Bite ou Bouletant, ou pièces d'attache, GG. Le Bouletant, H. Le Fer à Moulin, ou eſpèce de Pivot qui ſoutient la Meule, N. Le Rouet cachant la grande Lanterne, O. La petite Lanterne, P. La Trémie, Q. La Sonnette, R. Cette Sonnette eſt tenue en l'air ſans pouvoir ſonner par une Cordelette. Quand le Blé eſt prêt de finir, la Cordelette s'échape, la Cloche ſonne, & le Meunier averti ſe tient prêt pour recharger la Trémie. Fig. 2.

La *Figure* 1 de la Planche VIII fait voir l'Elévation d'un Moulin ſur Bateau. Les Planche VIII. Fig. 1.

O 3 Bou-

Planche VIII. Fig. 1. Bouletans, DD. La Bite, E. La Porte, F. Le Pont, G. Les Volets, HH.

Fig. 2. La *Figure* 2 repréſente la Coupe ſur la largeur. Le Pont, GG. Le grand Arbre, II. Le Heriſſon, K. La grande Lanterne, L. Le Rouet, M. La petite Lanterne, N. Le Cofre où on renferme les Meules, O. La Trémie, P. La Corde de la Sonnette, Q. La Sonnette, R. Le Baille-blé, S. Le Frayon, T. Le couronnement du Béfroi, X. La Huche, Y. Le Cable à lever la Meule, garni de ſa Poulie & de ſon Treuil, Z.

Fig. 3. La *Figure* 3 repréſente une autre Coupe ſur la largeur. Le grand Arbre, I. Le Rouet, K. La Meule ſupérieure levée pour être piquée, rabillée ou rebattue, O. Ce travail eſt de tems en tems néceſſaire pour rendre la Meule un peu raboteuſe dans toute ſa ſurface: en s'uſant elle devient unie, & ne peut plus qu'écacher ou applatir le Blé.

Moulins à fier. *D.* Qu'y a-t-il à obſerver dans les Moulins à fier?

R. On pourra s'en former une idée par l'inſpection des pièces marquées dans les Planches IX & X, & que nous allons indiquer. Ces Planches repréſentent un Moulin à fier, deſſiné par Mr. Léandre à la Fere, & juſtifié ſur les Figures de Mr. Bélidor.

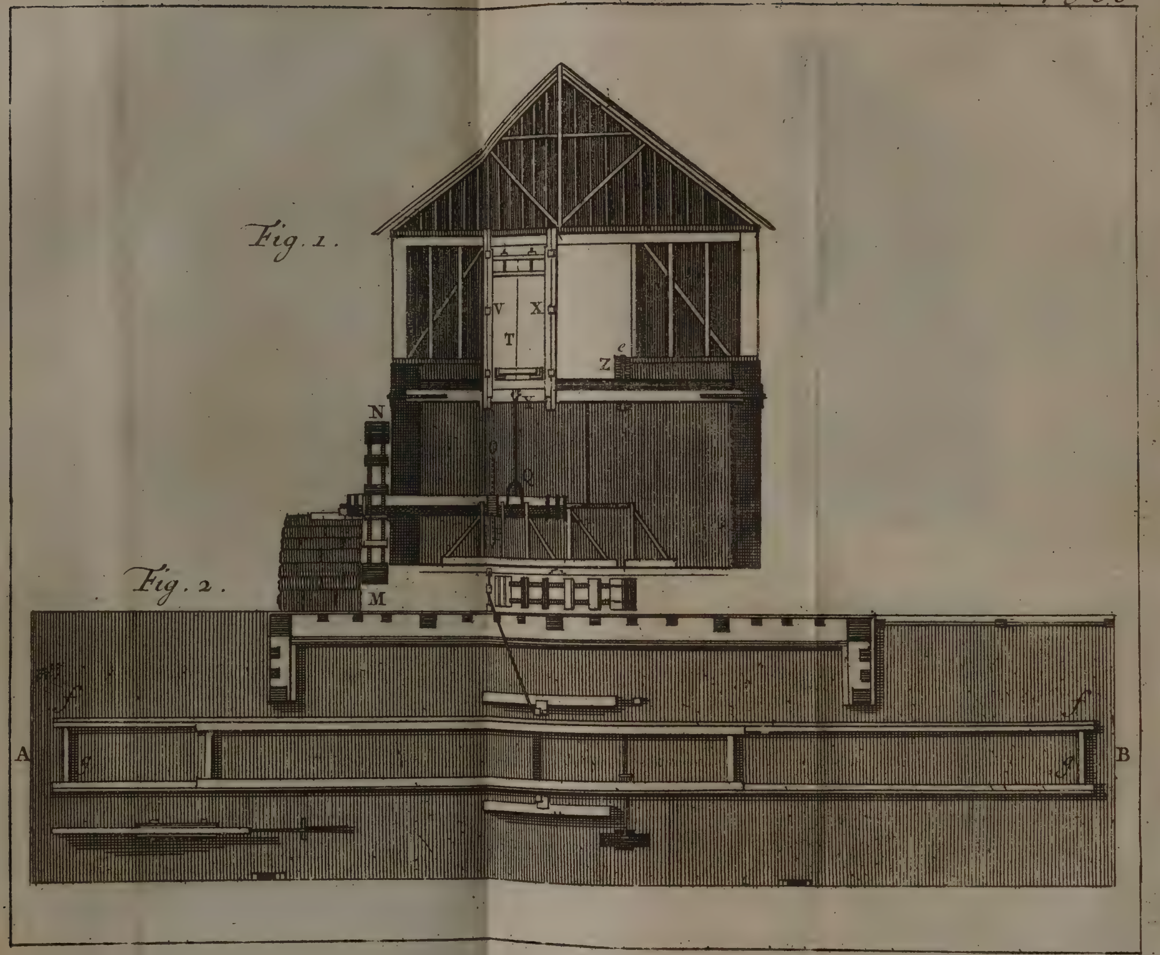
Planche IX. Fig. 1. La *Figure* 1 de la Planche IX repréſente le Plan de la Cave du Moulin. Les pièces de ce Plan ſont: la Roue pouſſée par une chute d'eau, MN. Le Rouet tournant ſur un même Arbre avec la Roue, & engrénant ſes dents dans les Fuſeaux de la Lanterne P, & dans ceux de la Lanterne R. La Lanterne P, en tournant, fait monter & deſcen-

Fig. 2

r r Z O Q P

Fig. 1.

M N P O R Q S


Fig. 1.
Fig. 2.
V
X
T
Z
e
N
M
A
B
f
f
g
g

descendre une Manivelle coudée, laquelle tient à la lame de fer, qui fait pareillement monter & descendre la Sie. La Manivelle Q, vue d'aplomb. Le coude en devient sensible dans la *Figure* 1 de la Planche X. La Lanterne R, en tournant avec son Essieu ou Rouleau S, enroule une Corde qui amène vers la Sie le Chariot où est la pièce de bois qu'il faut sier. Quand ce bois est arrivé à bout touchant, la Corde ne sert plus; & il y a pour lors un autre modérateur, qui règle les mouvemens de la pièce à mesure qu'elle est siée. Planche IX. Fig. 1.

La *Figure* 1 de la Planche X représente le Profil de la largeur du Moulin à sier. On voit dans cette Figure, la Roue MN. Le Rouet O. La Lanterne P, qui fait aller la Sie T. La Chasse QY, lame de fer qui tient en-bas par un œillet à la Manivelle, & en-haut en Y par un Boulon à l'entretoise inférieure de la Sie. La Manivelle, qui est-ici marquée Q, ne tient pas à l'Arbre, mais à la Lanterne P. La Lanterne montant & descendant, fait faire un demi-tour à la Manivelle vers le haut, puis un autre vers le bas. Cette Manivelle joue dans l'œillet de la lame de fer, & la fait non seulement monter & descendre, mais aller & venir d'un côté, puis de l'autre, comme elle fait elle-même. La Sie T. Le Chassis qui porte la Sie VX, & qui glisse en montant & descendant dans des Coulisses. La Roue Z, qui règle les mouvemens du Chariot. Planche X. Fig. 1.

La *Figure* 2 représente le Plan du Moulin vu au rès de chaussée. On y remarque le Plancher AB. Les deux Coulisses *ff*, *gg*, dans lesquelles entrent les Brancarts Fig. 2.

Planche X. Fig. 2.

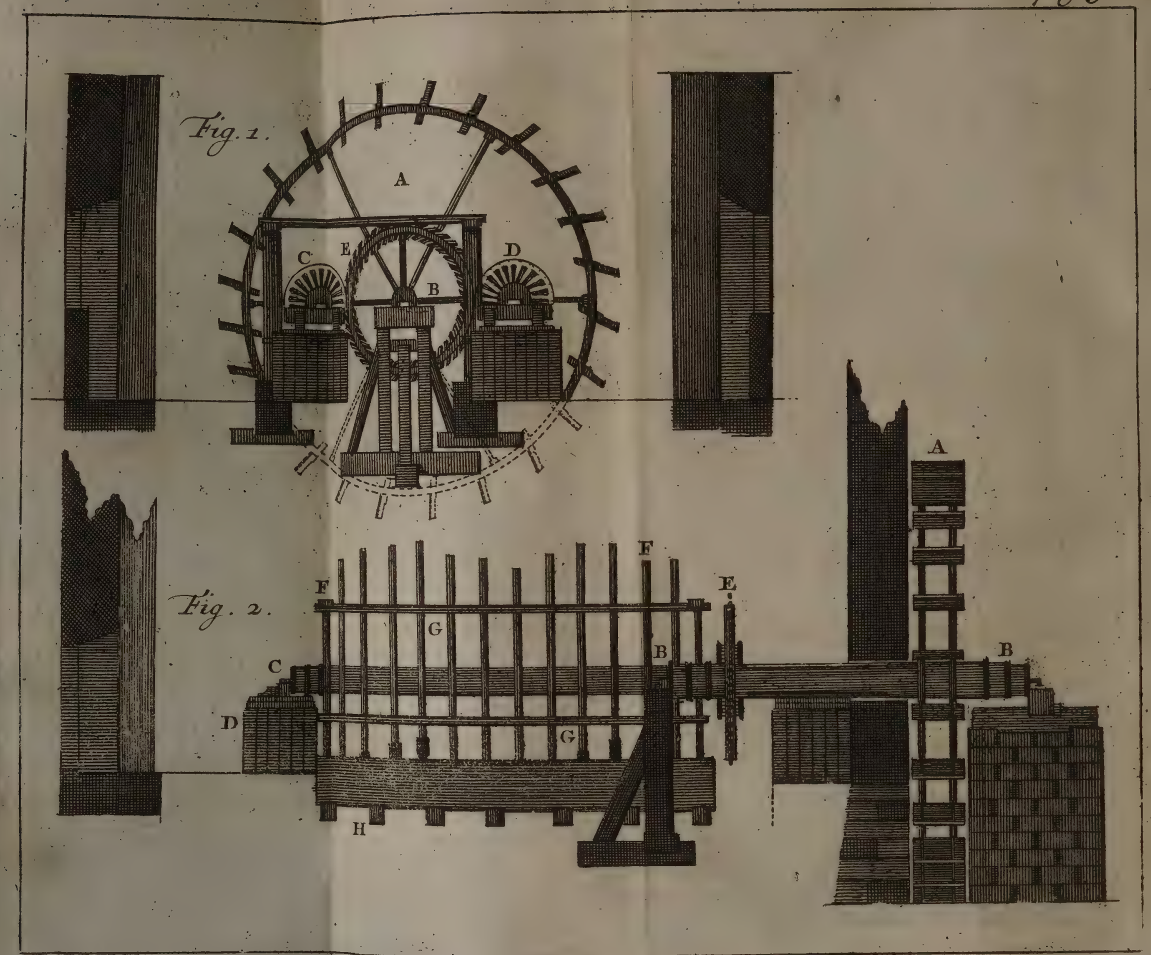
du Chariot qui porte la pièce à ſier, afin que cette pièce non ſeulement avance comme le Chariot, mais ne puiſſe vaciller ou s'écarter: d'où il arrive que la Sie travaille toujours ſur une même ligne.

Planche IX. Fig. 2.

Les pièces de la *Figure* 2 de la Planche IX ſont, le Rouet O. La Lanterne R, qui fait filer ſur ſon Rouleau la Corde attachée au Chariot. Le Chariot *rr*, portant la pièce de bois qu'il faut ſier. La Lanterne P, qui fait aller la Manivelle & la Lame attachée à la Sie. La Chaſſe, ou Lame de fer, QY. La Sie T, plus large en-haut qu'en-bas. La Verge de fer *cb*, tenant d'une part par un Boulon à l'entretoiſe ſupérieure de la Sie, & d'autre part à un Lévier mouvant qui monte & deſcend comme elle. Le Lévier mouvant *ac*, uni en équerre avec le bras *g*. Le Bras, ou pièce de bois *g*, allant & venant ſur un Goujon, ſix pouces au-deſſus de ſon union avec le Lévier *ac*. La Hampe, ou Manche de bois *de*, qui porte à ſon extrémité *e* un Fer, épatté en pied de Biche, pour entrer dans les dents de la Crémaillère. La Crémaillère, ou Roue Z, portant 384 crans ou dents crochues, comme ſont celles des Crémaillères. L'Axe de cette Roue fait tourner deux petites Lanternes, dont les Fuſeaux au nombre de huit engrènent dans les dents qui bordent le deſſous des Brancarts du Chariot. Si la Crémaillère avance, il faut que le Chariot avance & la pièce de bois pareillement. Si la Roue Z s'arrête, la pièce de bois ceſſe d'avancer. Aujourdhui il eſt d'uſage, au-lieu du Bras mouvant *g*, d'employer un Eſſieu tournant ſur deux Tourillons.

On




Fig. 1.
A
C
E
D
B
Fig. 2.
F
F
E
G
C
B
B
A
D
G
H

On tire de grands avantages de ces Moulins à ſier. On prétend qu'en une heure de tems ils peuvent partager en deux pièces une Solive raiſonnablement épaiſſe, que deux forts Sieurs auroient de la peine à expédiers en quatre & cinq fois plus de tems. Avantages des Moulins à ſier.

D. Quelles ſont les Machines qui entrent dans la compoſition des Moulins à poudre? Moulins à poudre.

R. Les principales ſe trouvent repréſentées dans les *Figures* 1 & 2 de la Planche XI & dans la Figure de la Planche XII. Nous allons les indiquer.

La *Figure* 1 de la Planche XI fait voir le Plan de la Roue & des Lanternes. On diſtingue dans cette Figure, la Roue A, pouſſée par une chute d'eau. L'Arbre de la Roue B. Les deux Lanternes C D, tournant chacune avec leur Arbre propre. Le Rouet E, emporté par l'Arbre de la grande Roue, & engrènant ſes dents entre les Fuſeaux des Lanternes, qu'il fait tourner l'une dans un ſens, l'autre dans un autre. Planche XI. Fig 1.

La *Figure* 2 repréſente le Profil de la Roue & du Rouet. Les pièces de cette Figure ſont, la Roue A. L'Arbre de la grande Roue BB. L'Arbre de la Lanterne C. La Lanterne D. Le Rouet E, de devant lequel on a ôté ici la Lanterne. Les Pilons F F. Les priſons des Pilons G G. Ce ſont deux pièces de bois percées d'autant de trous qu'il y a de Pilons, pour les aſſujettir dans le même allignement, en montant & deſcendant. Le dehors des Mortiers H. Fig. 2.

La *Figure* de la Planche XII repréſente le Plan de toute la Machine. On y Planche XII.

Planche XII.

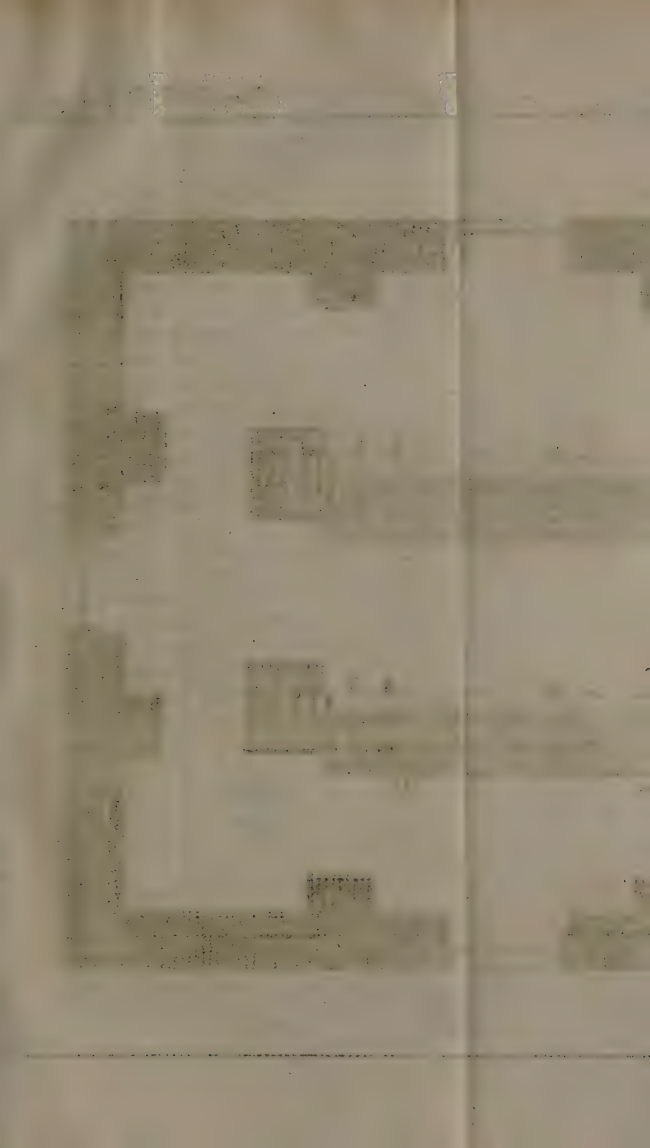
voit la Roue A. L'Arbre B. Les deux Lanternes CD, chacune avec ſon Arbre propre, ici appellé Hériſſon. L'Axe qui fait tourner chaque Lanterne, ſe nomme Hériſſon, parce qu'il eſt environné de douze petites pièces de bois en faillie. Ces pièces ſe nomment Levées, parce qu'elles ſont deſtinées à lever les Pilons. Elles les acrochent par la rencontre d'une autre pièce de bois attachée latéralement à chaque Pilon. Ces Attaches ſe nomment Mentonnets. Le Rouet E. Les Priſons des Pilons GG. Le fond des Mortiers HH.

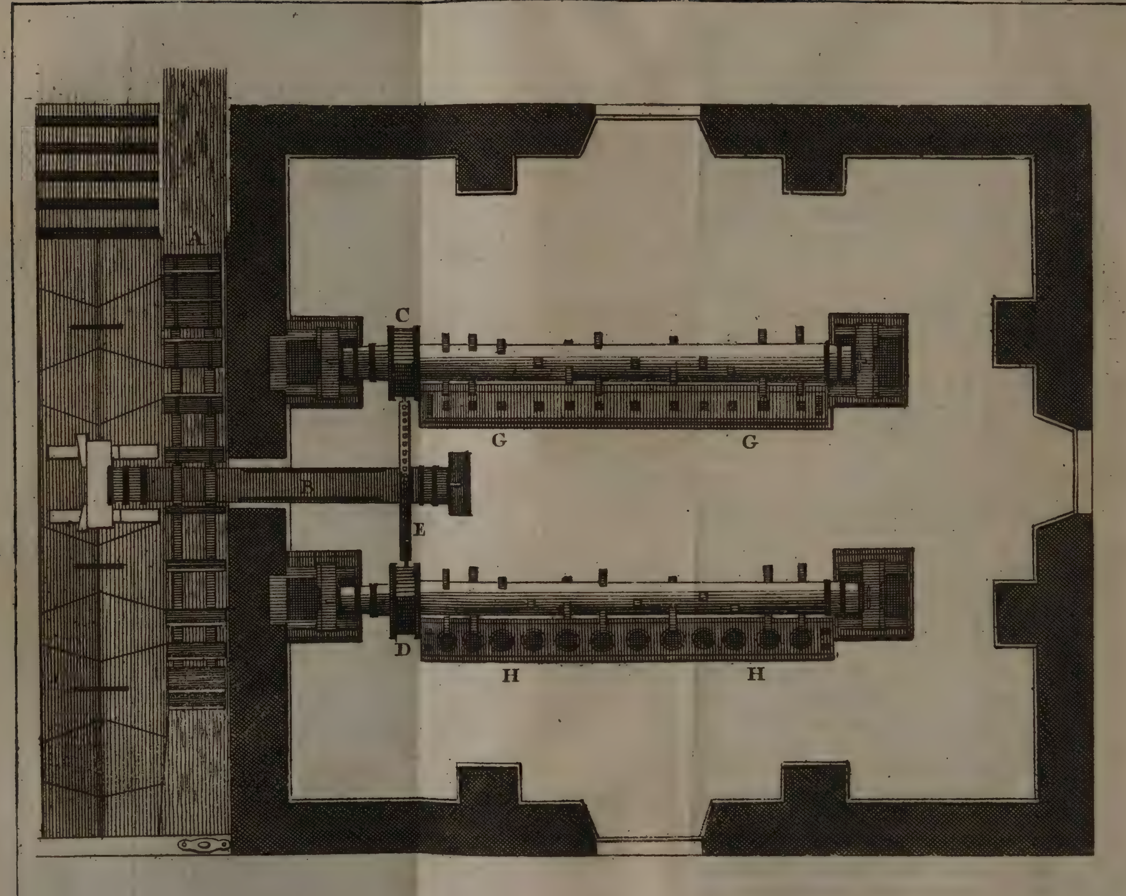
Compoſition de la Poudre à canon, & comment elle ſe fabrique dans les Moulins à poudre.

D. De quoi la Poudre à canon eſt-elle compoſée, & comment ſe fabrique-t-elle dans ces Moulins?

R. Cette Poudre eſt compoſée de Salpêtre, de Soufre, & de Charbon. Le Charbon doit être de bois de Bourdaine, qui eſt un bois foible, qu'on trouve communément dans les Taillis, & qui meurt après avoir pris deux ou trois pouces d'épaiſſeur. Le Soufre doit être bien épuré. Le Salpêtre eſt le Sel qu'on tire par différentes cuites ou leſſives, de pluſieurs ſortes de pierres briſées, des platras ou décombres provenans de tous les vieux bâtimens, ſur-tout des Caves, & généralement des terres qui ont ſéjourné dans les Bergeries, Ecuries, Colombiers, & autres places où ſe raſſemblent les égouts des fumiers, les écoulemens des Manufactures, les ùrines, & tous les Sels provenus des Animaux.

Ces trois matières pulvériſées à part ſont enſuite incorporées en une maſſe d'un poids déterminé, dont le Salpêtre fait les trois quarts, le Soufre un demi-quart, & le Charbon l'autre demi-quart. Le Soufre ſert à al-




A
B
C
D
E
G
G
H
H

à allumer le tout. Le Charbon en empêche la prompte extinction. Le Salpêtre en fait la force. Ce que nous ſavons de l'action terrible de la Poudre à canon eſt extrêmement borné.

On fait l'incorporation de ces trois Matières dans les Mortiers du Moulin à l'aide des Pilons & de l'arroſage. Le Mortier eſt une pièce de bois creuſe pour recevoir vingt livres de pâte de la compoſition qu'on vient de dire. Il y a 24 Mortiers à chaque Moulin. On y fabrique à la fois & en un jour 480 livres de poudre, en arroſant chaque Mortier de deux livres d'eau, lorsque l'arroſage précédent commence à ſe conſommer. La pâte battue trois heures de ſuite paſſe d'un Mortier dans un autre. Le fond du Mortier eſt percé & tamponé d'une Bonde ou morceau de bois en forme de cône, pour recevoir les coups du Pilon, & pour conſerver plus longtems le Mortier. Le Pilon eſt une pièce de bois de dix pieds de haut, ſur trois pouces & demi de largeur, armée par bas d'une pièce ronde de métal. Le Pilon pèſe 65 livres.



CHAPITRE XXXIV.

De l'Attraction Newtonienne & de la Répulsion.

Ce que c'est que l'Attraction.

D. QU'est-ce que l'Attraction ?

R. C'est cette propriété de la Matière, par laquelle toutes ses parties tendent l'une vers l'autre.

Ses effets.

D. Comment prouve-t-on cette proprieté ?

R. Par les phénomènes de la Nature. Suivant les Newtoniens l'Attraction opère la chute des Corps, le flux & le reflux de la Mer, les phénomènes astronomiques, l'ascension de l'eau dans les Tubes capillaires, la réfraction & la refléxion de la Lumière, les effets chimiques, & une infinité d'autres.

Regardée comme la cause des phénomènes astronomiques.

D. Comment devient-elle la cause des phénomènes astronomiques ?

R. Dans ce Systême, la Terre & la Lune tournent autour du Soleil, parce que le Soleil les attire l'une & l'autre ; mais la Terre ayant plus de masse que la Lune, & étant beaucoup plus près de cette Planète, que le Soleil, force la Lune à tourner autour d'elle, par la supériorité de son Attraction. Comme cette Attraction est toujours supposée réciproque, la Terre en gravitant vers le Soleil, fait graviter le Soleil vers elle, & le Soleil & la Terre s'attirent réciproquement l'un l'autre, en raison directe de leurs masses; mais ils s'avancent l'un

vers l'autre en raison inverse de ces mêmes masses, & le chemin que la Terre fait vers le Soleil, est au chemin que le Soleil fait vers la Terre dans le même tems, comme la masse du Soleil est à la masse de la Terre.

D. Expliquez-moi comment cette Attraction élève l'eau dans les Tubes capillaires.

Et de l'élévation de l'eau dans les Tubes capillaires.

R. L'eau monte dans les Tubes, parce que l'Attraction des parties d'un Tube est plus puissante sur l'eau, que l'Attraction mutuelle que les parties de l'eau exercent les unes sur les autres.

D. Mais pourquoi le Mercure ne mont-il pas aussi dans les Tubes?

R. A cause de la densité de ses parties, dont l'Attraction mutuelle est supérieure à celle du verre.

D. Quel jugement doit on porter de cette proprieté de la Matière, n'est-ce pas une espèce de qualité occulte, n'est-ce pas un phénomène dont il faut chercher la cause?

Jugement de quelques Philosophes sur l'Attraction. De Mr. de Maupertuis.

R. Mr. de Maupertuis n'a pas cru devoir prononcer sur une question qui partage aujourdhui les plus grands Philosophes: il se contente de justifier Newton contre ceux qui l'accusent de faire renaître la doctrine des qualités occultes; & il fait voir que plus on détaille, plus on approfondit son Systême, & plus il paroit confirmé.

De Mr. l'Abbé Nollet.

Mr. l'Abbé Nollet n'est point du tout partisan de cette Hypothèse Newtonienne. Sans entreprendre de l'attaquer ouvertement, il donne assez à connoitre qu'elle n'a pas plus de prérogative que celle de l'Impulsion, & il prouve même son insuffisance par un assez grand nombre de phénomènes. Il croit que cette tendance réci-

proque des Planètes les unes vers les autres pourroit bien être primitivement l'effet de quelque impulsion physique; &, comme Newton n'a jamais ôsé prétendre le contraire, il ne voit pas sur quel fondement ses Disciples voudroient convertir l'Attraction de fait, en Vertu inhérente, en Attribut primitif, en nouveau Principe.

De Mr. l'Abbé Pluche.

Mr. l'Abbé *Pluche*, dans son *Histoire du Ciel*, Tome II, p. 316, expose aussi fort au long les principales objections qu'on peut former contre l'Attraction.

Si les effets de l'Aiman viennent de l'Attraction.

D. Les phénomènes surprenans qu'on remarque dans l'Aiman, ne sont ils pas produits par l'Attraction?

R. C'est ce que prétendent quelques Philosophes; mais ces phénomènes pourroient bien être l'effet de quelque autre proprieté de la Matière.

Loix de l'Attraction; elle se change en Répulsion.

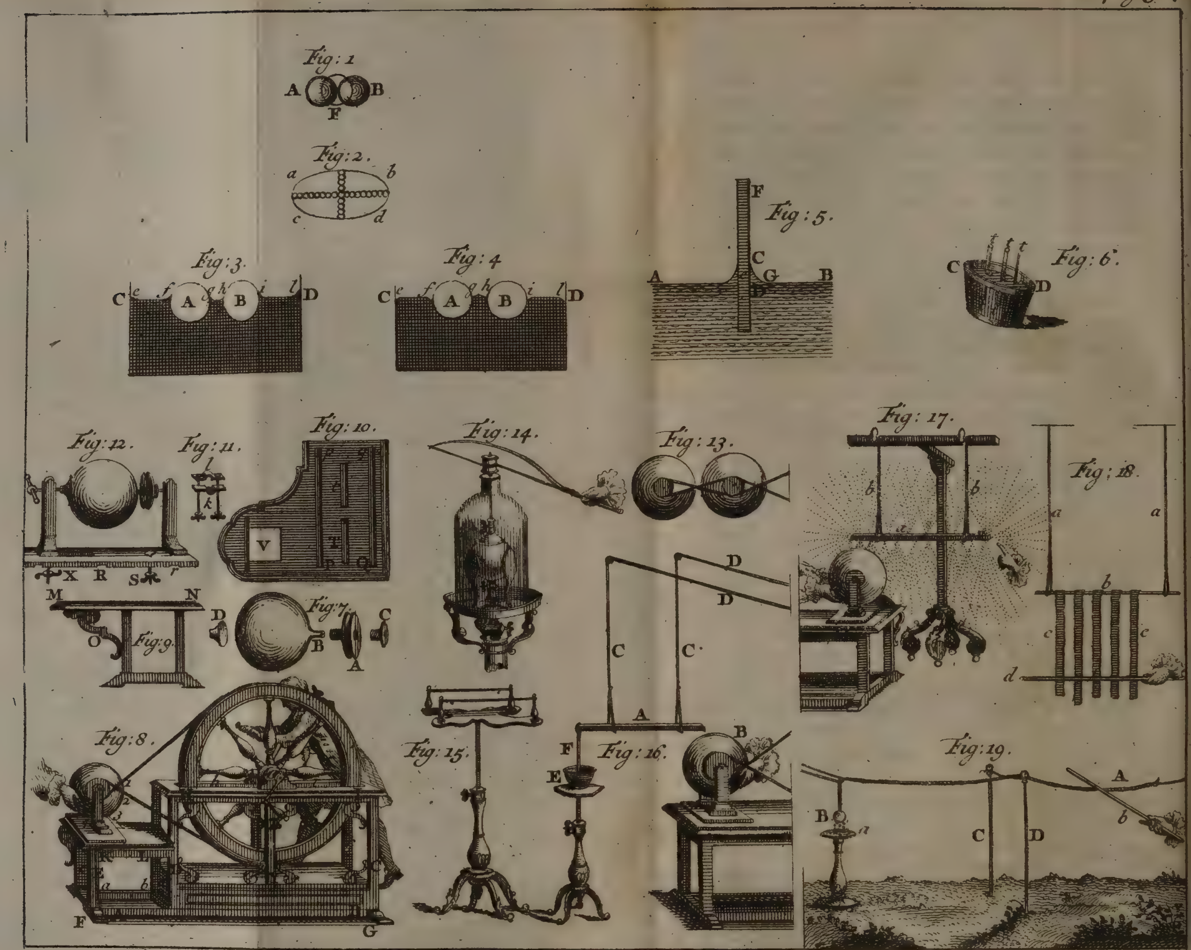
D. Quelles sont les Loix de l'Attraction?

R. On remarque que l'Attraction des particules dont les Corps sont composés, observent constamment les Loix suivantes; d'être très grande quand les particules se touchent; de diminuer très vite, de manière qu'à la plus petite distance qui puisse tomber sous les sens, elle cesse d'agir; jusques-là qu'à la plus grande distance elle se change en force répulsive, qui fait que les particules s'entrefuient. On rend raison de plusieurs phénomènes à l'aide de ces Loix.

Expériences qui démontrent l'Attraction.

D. Cette Attraction & cette Répulsion peuvent-elles être démontrées par des expériences?

R. En voici quelques-unes qui prouvent, où dont on peut du moins déduire l'Attraction.


Fig: 1
A
B
F
Fig: 2.
a
b
c
d
Fig: 3.
C
D
A
B
Fig: 4.
C
D
A
B
F
Fig: 5.
C
A
G
B
D
C
Fig: 6.
D
Fig: 12.
Fig: 11.
Fig: 10.
V
Fig: 14.
Fig: 13.
Fig: 17.
Fig: 18.
X
R
S
M
N
D
Fig: 7.
C
B
A
O
Fig: 9.
D
D
C
C
A
Fig: 8.
Fig: 15.
F
E
Fig: 16.
B
Fig: 19.
A
B
C
D
F
G

La figure ſphérique des Gouttes, la cohéſion des parties des Fluïdes, & ſur-tout de celles du Mercure, ſont, diſent les Newtoniens, des preuves inconteſtables de l'Attraction.

Dans tous les Fluïdes, deux Gouttes, comme A & B, dès qu'elles ſe touchent tant ſoit peu, s'uniſſent de façon qu'elles ne forment plus qu'une ſeule Goutte F. Planche XIII. Fig. 1.

Cette Attraction doit être attribuée à une Cauſe qui agit, ou ſur la ſuperficie extérieure de la Goutte, ou ſur chacune des petites particules dont la Goutte eſt compoſée. On ne ſauroit dire que cette Cauſe agit ſur la ſuperficie, à moins qu'on ne ſuppoſe une preſſion égale de tous côtés. Mais il eſt démontré qu'une telle preſſion ne ſauroit changer la figure de la Goutte.

Dans la Goutte ovale *a b c d* les preſſions ſur les ſuperficies *a b* & *c d* ſont plus grandes que les preſſions ſur les ſuperficies *a c*, *b d*, ſi la Goutte eſt également preſſée de tous côtés. Cependant la Goutte ne ſauroit devenir ronde, à moins que les preſſions moindres ne ſurmontent les plus grandes, ce qui eſt abſurde. Il y a donc une action qui ſe déploie ſur chacune des petites particules, qui les oblige à ſe mouvoir, à ſe joindre les unes aux autres, & c'eſt à ce mouvement qu'on donne le nom d'Attraction. Le mouvement dans la Goutte continue juſqu'à ce que les diſtances entre les points oppoſés dans la ſuperficie ſoient de tous côtés égales, ce qui ne convient qu'à la ſeule figure ſphérique. Fig. 2.

Quant à la Répulſion, elle ſe fait remarquer dans une infinité d'exemples. Elle ſe trouve entre l'Eau & l'Huile, entre l'Eau & Exemples qui prouvent la Répulſion.

& tous les Corps gras, entre le Mercure & le Fer, entre les particules de toutes sortes de poussières.

Expérience à ce sujet. Planche XIII. Fig. 3 & 4.

Plongez un morceau de Fer dans du Mercure, la superficie du Mercure s'abaissera autour du Fer, comme cela se voit en A & en B (*Fig.* 4); & de même que, dans les cas où la Force attractive a lieu, le Fluïde, malgré son poids, est, autour des Fluïdes qui y nagent, au-dessus du niveau (*Fig.* 3.); de même aussi, dans les occasions où la Force répulsive a lieu, les Fluïdes ne remplissent point par leur poids les cavités qui se sont formées autour des Corps qui nagent dans ces Fluïdes,

Attraction & Répulsion. Fig. 3 & 4.

C'est à l'Attraction & à la Répulsion qu'il faut attribuer ce qu'on voit arriver à de petites Boules qui nagent dans des Fluïdes. Quand elles attirent le Fluïde, il monte tout autour à une petite hauteur, comme en *f*, *g*, *h*, *i*, (*Fig.* 3); &, quand elles le repoussent, il forme des cavités comme en *f*, *g*, *h*, *i*, (*Fig.* 4). Si le Fluïde est attiré par les parois du Vase, il sera plus élevé tout autour contre ces parois qu'au milieu, comme en *e*, *l*, (*Fig.* 3).

Force avec laquelle le Verre attire l'Eau. Fig. 5.

La Force avec laquelle le Verre attire l'Eau est un phénomène qui mérite d'être remarqué. Soit A B la superficie de l'Eau, dans laquelle on a plongé une partie de la Lame de Verre F D. L'Eau est attirée par cette Lame, & fait effort pour s'y répandre de tous côtés, comme si elle étoit pressée suivant la direction B D.

Ce mouvement n'agite que les particules qui sont en D, les mouvemens contraires au-dessous de la superficie se détruisant mutuellement. Ainsi quelques particules d'Eau mon-

montent, & entraînent avec elles les particules qui leur sont jointes, ce qui ne cesse que lorsque le poids de l'Eau élevée égale la force qui l'élève, & l'Eau reste à cette hauteur. Que cette hauteur soit D C. L'Eau en C D G n'est soutenue que par la seule force qui élève les particules en C: car quand l'Eau cesse de se mouvoir, les forces avec lesquelles elle tâche de se répandre de tous côtés entre C & D s'entredétruisent: la particule *e*, par exemple, étant poussée en-enhaut & en-embas avec des forces égales. Planche XIII. Fig. 5.

La force qui soutient l'Eau, suit donc la proportion de la largeur de la superficie le long de laquelle l'Eau monte, mesurée, à la hauteur qu'elle atteint, sur une ligne parallèle à sa surface; & le poids de l'Eau soutenue suit cette même proportion.

Attraction dans les Tuyaux Capillaires. Fig. 6.

Les Tuyaux Capillaires nous fournissent un bel exemple d'Attraction. Si vous plongez dans l'Eau les petits Tuyaux de verre *t t*, *t t*, *t t*, ouverts à leurs extrémités, l'Eau y monte d'elle-même, & elle y monte à une hauteur d'autant plus grande, que les diamètres des Tuyaux sont plus petits. L'expérience ne laisse pas de réussir, quoique les diamètres de ces Tuyaux égalent la sixième partie d'un pouce.

Dans ces sortes d'expériences, la quantité d'Eau qui est soutenue, est proportionnée à la circonférence de la superficie de l'Eau élevée; & cette circonférence, quand il s'agit de Tuyaux cilindriques, plongés perpendiculairement, augmente ou diminue en même raison que les diamètres respectifs de ces Tuyaux.

CHA-

CHAPITRE XXXV.

De l'Electricité.

Ce que c'eſt que l'Electricité.

D. QU'eſt-ce que l'Electricité?

R. C'eſt cette proprieté qu'ont certains Corps échaufés par le frottement, d'attirer & de repouſſer alternativement d'autres petits Corps minces & légers, tels que la paille, les chifons de papier, l'or en feuille, &c.

Hiſtoire de cette découverte.

D. Quelle eſt l'hiſtoire de cette découverte?

R. Les Anciens ne nous ont laiſſé ſur cette matière que des phénomènes, que la Nature & le hazard leur ont fourni ſans le ſecours de l'Art.

Expériences de Gilbert.

Gilbert eſt le prémier qui ait fait des expériences ſur l'Electricité. Il frotta des pierres précieuſes de toute eſpèce, du verre, du maſtic, du ſoufre; & il trouva que toutes ces matières échaufées par le frottement, attiroient de petits Corps légers.

Dans le ſiècle paſſé Othon Guerrick trouva que la rotation d'une Globe de Soufre donne à cette ſphère la même vertu, que les Anciens ont reconnue dans l'Ambre jaune. Au commencement de ce Siècle Hawksbée inventa une machine, qui, en faiſant tourner autour de ſon axe un Globe de verre creux, lui communiquoit cette même force électrique. Il vit une lumière, qui naiſſoit ſous la main d'une perſonne, qui ap-

approchoit le Globe, & un bruit ſenſible accompagnoit ces petits éclairs. Il obſerva encore, que la rotation de ce Globe faiſoit dreſſer des fils, ſuſpendus à un axe enfermé dans ſa cavité, & leur faiſoit prendre une direction régulière vers le centre de la ſphère.

D. Mr. Gray n'a-t-il pas fait des expériences ſur cela? De Mr. Gray.

R. Il eſt le prémier qui ait électriſé les hommes, en les ſuſpendant ſur des cordons de ſoie, & tenant proche de leurs pieds un Tube de verre électriſé. Il ſubſtitua dans la ſuite à cette ſituation gênante, une maſſe de poix, ſur laquelle un homme debout touche d'une main le Globe de verre. Il découvrit une autre merveilleuſe proprieté de la Vertu électrique. L'approche d'un Tube de verre électriſé communique à un cordon de chanvre ou de ſoie, une force électrique, qui ſe tranſporte le long de ce cordon, à la diſtance de 880 pieds, & va animer à ce prodigieux éloignement une boule d'ivoire, de la même puiſſance attirante que poſſède le Tube original.

D. A-t-on pouſſé encore plus loin ces expériences? De Mr. du Fay.

R. Mr. du Fay les a répétées & variées preſque à l'infini. Il a trouvé que preſque tous les Corps ſont ſuſceptibles d'Electricité, que l'eau & la glace ne refuſent pas même de s'en animer. Il a fait voir que des Corps électriſés s'aident mutuellement dans leur attraction, que d'autres ſe combattent, & que l'un de ces Corps repouſſe ce que l'autre a attiré. Il nous apprend que les Corps réſineux, verreux, ou criſtallins, produiſent généralement de la lumière,

quand on les frotte dans l'obſcurité. Cette lumière a une force ſenſible, qui ébranle aſſez les nerfs pour exciter de la douleur. Une perſonne électriſée ne peut approcher d'un Tube de verre électriſé, ſans élancer vers ce Tube une flamme viſible, accompagnée d'un petit bruit, comme celui des cheveux qu'on brule.

Mais ſi, au lieu d'un Tube électriſé, la perſonne elle-même ſe place ſur de la poix, & qu'elle touche un Tuyau de fer électriſé, elle ſera alors électriſée elle-même, & quiconque approchera ſon doigt de cette perſonne, fera ſortir de la ſurface de la perſonne ainſi électriſée, une étincelle accompagnée d'un bruit pétillant, & d'une douleur ſubite, dont les deux perſonnes ne s'apperçoivent que trop. L'eau même élance une flamme fort vive, le beurre, la glace, l'eſprit de vin, font la même choſe, à l'approche d'un Tube électriſé. Rien n'arrête cette flamme, elle paſſe, ſans s'affoiblir, à travers l'or & le verre.

Des Philoſophes Allemands.

D. Les Philoſophes Allemands n'ont-ils rien ajouté aux découvertes des Anglois & des François?

De Mr. Hauſen.

R. Leurs expériences ont répandu un nouveau jour ſur cette matière. Mr. Hauſen, Profeſſeur en Mathématiques à Leipſic, dit avoir vu un phénomène qu'on n'avoit peut-être pas encore vu, ſavoir un Tube électriſé, qui attiroit un Récipient de cuivre de ſeize pouces de diamètre. On doit à Mr. Winkler, Profeſſeur en Langues Grèque & Latine dans l'Univerſité de Leipſic, pluſieurs belles découvertes ſur l'Electricité. Mr. Boſe, Profeſſeur en Phyſique à Wittemberg, a obſervé entre autres, que

De Mr. Winkler.

De Mr. Boſe.

que les baiſers d'une Dame, placée ſur de la poix, & électriſée par le moyen d'un Globe de verre, valent des bleſſures pour la douleur qu'on en reſſent. On trouve dans un de ſes Mémoires un détail fort curieux de la découverte de la puiſſance flammifique, dont le Globe électrique arme les Animaux & les Métaux.

Nous ſommes encore redevables de quantité d'autres belles découvertes faites ſur ce ſujet à Mrs. Wheeler, Deſaguliers, Schilling, Profeſſeur de Duysbourg, Hauſen, 's Graveſande, Ludolf, Médecin Pruſſien, Daniel Gralath, Krazenſtein, Teske, Profeſſeur en Phyſique à Konigsberg, Muſſchenbroek, Allamand, Kleiſt, Nollet, Jallabert, Keſler, Bianconi, Le Monnier, Watſon, Browning, Baker, &c.

D. Quelles doivent être les qualités du Tube de verre dont on ſe ſert pour électriſer, & comment doit-il être lui-même électriſé? Quel doit être le Tube qui ſert à l'Electricité.

R. Ce Tube doit avoir à peu près trois pieds de longueur, un pouce ou quinze lignes de diamètre, & une bonne ligne d'épaiſſeur. Il peut être fermé par ſes extrémités, mais il vaut mieux qu'il ſoit ouvert au moins par un bout, pourvu qu'on tienne cette ouverture bouchée avec du Liège, ou autrement, afin qu'il ne ſe saliſſe point par-dedans, & que l'humidité n'y entre point.

Les meilleurs Tubes pour les expériences électriques ſont ceux de ce verre blanc & tendre, qu'on nomme Criſtal; le verre d'Angleterre & celui de Bohême ſont excellens. Le verre le plus groſſier, celui dont on fait des boutielles pour mettre le vin, devient auſſi fort électrique. Pour

Comment on électrise un Tube, un Bâton de Soufre, ou de Cire d'Espagne.

Pour électriser un Tube de verre, un Bâton de Soufre, ou de Cire d'Espagne, il faut le tenir d'une main par un bout, & l'empoigner avec l'autre main, pour le frotter légerement, mais un peu vite & à plusieurs reprises selon sa longueur, jusqu'à ce qu'il donne des marques d'Electricité. On peut le frotter avec la main nue, si elle est bien sèche; mais si elle est humide, il faut mettre entre le verre & elle une feuille de papier gris sechée au feu. Un moyen sûr de déterminer la vertu électrique à se manifester, c'est de chaufer plus ou moins fortement les matières qu'on veut électriser, selon qu'elles sont de nature à le souffrir, sans s'amollir ou s'altérer. Le verre s'électrise beaucoup mieux par un tems sec & froid, que lorsqu'il fait chaud & humide.

Pourquoi on a substitué au Tube un Globe de verre.

D. Pourquoi a-t-on substitué au Tube un Globe de verre?

R. Parce qu'on se fatigue beaucoup à frotter un Tube, étant difficile de soutenir longtems cet exercice. Le Globe de verre a cet avantage, qu'en le faisant tourner sur son axe, on le frotte très commodément, en y tenant seulement les mains appliquées. D'ailleurs, à l'aide du Globe, on pousse les effets de l'Electricité beaucoup au-delà de ce qu'on peut faire avec le Tube.

Ballon qu'on peut substituer aux Globes.

On peut même substituer aux Globes, à cause de la peine qu'on a à en tirer de bien faits des Verreries, un simple Ballon, de ceux qui servent de Récipient dans les Laboratoires de Chymie, en choisissant le plus épais, & en le garnissant de la manière suivante, après en avoir coupé le cou, de telle sorte qu'il n'ait plus que 3 ou 4 pouces de longueur. Pre-

Prenez une Poulie A, qui tienne à un morceau de bois creusé pour recevoir le cou du Ballon B, auquel vous le fixerez avec du mastic. Qu'il y ait au centre de la Poulie un trou qui communique avec l'intérieur du Ballon, & qui se ferme avec un Bouchon à vis C, de bois dur ou de buis, dans le centre duquel doit entrer la pointe du Tour. Il faut pratiquer 2 ou 3 trous obliques dans le Bouchon, afin qu'il y ait toujours communication libre entre l'air du Vaisseau & celui du dehors.

Préparation d'un Globe ou Ballon. Planche XIII. Fig. 7.

La Poulie fixée au Ballon, ayez une Calotte de bois D, d'environ 4 pouces de diamètre, & dont la partie concave soit propre à s'appliquer assez justement au Pole du Globe opposé à la Poulie. Cette pièce doit avoir un centre de bois dur pour recevoir l'autre pointe du Tour. Chaufez alors la partie concave de la pièce de bois, & la partie du Globe où elle doit s'appliquer; enduisez l'une & l'autre de Mastic, joignez-les, puis placez le tout entre les deux pointes d'un Tour, que vous ferez tourner avec la main, à l'aide d'un Suport que vous présenterez vers l'Equateur du Globe, jusqu'à ce que tout soit bien centré & fixé par le parfait refroidissement du Mastic.

Ce Globe ainsi préparé doit tourner rapidement sur son axe entre deux pointes, de manière que le mouvement de rotation soit assez fort pour vaincre le frottement des mains qui appuient sur la surface extérieure du verre, & que les points tiennent à des Piliers ou Poupées assez solides, pour ne pas laisser échaper le Vaisseau tandis qu'on le fait tourner avec violence.

Manière de le faire tourner.

Un

Roue dont on doit se servir.

Un Tour, & une Roue de 3 à 4 pieds de diamètre, comme on en a dans les Laboratoires, peuvent suffire. On peut même se servir d'une Roue de Coutelier, de celle d'un Cordier, ou même d'une vieille Roue de Carosse, à laquelle on formera une gorge de bois rapportée; & on établira deux Poupées à pointes sur un Tréteau qu'on aura fixé à une muraille. Une des deux pointes doit être une Vis qui fasse son Ecrou dans le bois même de la Poupée, afin qu'on puisse serrer le Globe sans fraper.

Qualités d'une bonne Machine de rotation pour les expériences électriques.

D. Quelles doivent être les principales qualités d'une bonne Machine de rotation pour les expériences électriques?

R. Elle doit être assez grande & assez forte pour servir à toutes sortes d'expériences. L'axe de la Roue doit être à une telle hauteur, que l'Homme qui est appliqué à la Manivelle, ne soit pas gêné. La Corde de la Roue doit communiquer immédiatement avec la Poulie du Globe. Le Globe doit être le plus isolé qu'il est possible, parce que les corps voisins absorbent une partie de l'Electricité. Si la Machine peut être portative, c'est un mérite de plus qu'on ne doit pas négliger de lui procurer.

La Machine représentée dans les Figures suivantes, & dont nous allons donner une courte description, peut servir de modèle.

Description d'une Machine qui peut servir de modèle. Planche XIII. Fig. 8.

Les deux pièces de bois AB, *ab*, chacune de 7 pieds de longueur, & quarrées sur 3 pouces de face, portent trois Montans C, D, E, *c*, *d*, *e*, assemblés haut & bas à 9 pouces de distance l'un de l'autre par des Traverses, dont deux F, G, excèdent de 4 à 5 pouces de chaque côté. Les qua-

tre

tre Montans longs C, D, *c*, *d*, portent par en haut deux pièces HI, *b i*, qui ont 4 pieds, 8 pouces de longueur, & forment avec les Traverſes des Montans une eſpèce de Chaſſis qui a en-dedans 4 pieds, 2 pouces de longueur, & 9 pouces de largeur. Les deux Montans courts E, *e*, aſſemblés par en-haut par une Traverſe qui excède d'environ 13 pouces par un côté ſeulement MN (*Fig.* 9), portent auſſi deux pièces K, L (*Fig.* 8), qui s'aſſemblent dans les deux Montans du Milieu D, *d*. Sur ces deux dernières pièces on établit une Table chantournée (*Fig.* 10), &, pour lui donner plus de ſolidité, on ſoutient la Traverſe excédente MN (*Fig.* 9) par une Conſole O. Planche XIII. Fig. 8. Fig. 8, 9, 10.

Au bas de ce Bâti on peut pratiquer entre les 4 grands Montans, deux fonds, & remplir cet eſpace par un Tiroir qui ſervira à placer les inſtrumens qui dépendent de cette Machine. On élevera dans le milieu de part & d'autre, un Montant YZ, qui empêchera les pièces HI, *bi*, de plier ſous le poids de la Roue. Ces deux pièces HI, *bi*, portent au milieu deux eſpèces de Socles entaillés pour recevoir l'axe de la Roue, & cet axe eſt ſoutenu de chaque côté par deux Coquilles de cuivre *k*, *l*. Les bouts de l'axe ont des Manivelles, & le Lévier de chaque Manivelle a environ 10 pouces de longueur. Fig. 8. Fig. 11.

Les Globes ſont montés, comme dans la *Figure* 12, entre deux Poupées à pointes, dont celle qui porte la pointe fixe eſt arrêtée à demeure ſur la Tablette; l'autre, qui porte une pointe à vis, gliſſe dans une rénure à jour, & s'arrête par le moyen d'u- Fig. 12.

 ne

Planche XIII.

ne grosse Vis qui lui sert de queue. La Tablette chargée de son Globe se place sur la Table chantonnée (*Fig.* 10), sur laquelle elle se meut en avant & en arrière pour tendre la Corde autant qu'il en est besoin: elle est guidée par deux Tringles de bois P*p*, Q*q* (*Fig.* 10), qui entrent dans les deux entailles R*r*; & elle s'arrête par une grosse Vis S, qui traverse la Tablette & la Table: c'est pour cela qu'on a fait la rénure à jour T (*Fig.* 10), & l'ouverture quarrée V, qui laisse la liberté de tourner l'Ecrou X (*Fig.* 12) de la Poupée à vis.

Fig. 10, 12.

Mesures à prendre quand on veut faire tourner deux Globes à la fois.

Si l'on veut faire tourner deux Globes à la fois, il faut en avoir un second monté comme celui de la *Fig.* 12, qu'on place sur la même Table (*Fig.* 10), en faisant passer la Vis S (*Fig.* 12) par la rénure *t* (*Fig.* 10).

Il est bon que la Corde soit de boyaux, & qu'elle n'excède pas la grosseur d'une médiocre plume à écrire. Elle doit être placée comme dans la *Fig.* 13.

Fig. 13.

Moyen de frotter commodément un Globe. Fig. 8.

Pour frotter commodément un Globe, il faut le faire tourner selon l'ordre de ces chiffres 1, 2, 3, 4, de la *Fig.* 8, & tenir les deux mains nues & bien sèches appliquées vers son équateur, & à la partie inférieure marquée 4. On peut aussi l'électriser en y appliquant une étoffe, un Coussinet couvert de peau, ou quelque autre chose. La crainte d'être blessé par des éclats de verre, si le Globe vient à se casser en tournant, a peut-être fait imaginer le Coussinet. Cette crainte est fondée, mais avec un peu d'attention & d'habitude on peut, sans beaucoup de danger, frotter les Globes de verre avec les mains. Le Coussinet rend l'E-

l'Electricité trop lente, & ses effets trop foibles. Le verre devient moins électrique lorsque plusieurs personnes appliquent leurs mains au même Globe; il suffit, il est même mieux d'appliquer les deux mains ensemble à un même endroit, que de presser le Globe par deux parties opposées.

D. Ne peut-on pas faire des expériences d'Electricité dans le Vuide? Expériences d'Electricité dans le Vuide. Planche XIII. Fig. 14.

R. Oui; & voici comment. Sur la Platine d'une Machine Pneumatique on établit solidement une Pince à ressort, dont les branches, qui finissent en forme de palettes un peu concaves, sont garnies d'étoffe ou de papier gris, & surmontées d'une petite frange de soie fort claire & un peu longue. On couvre cette Pince d'un Récipient, dont on cimente le bord avec de la Cire mêlée de Térébentine. Ce Récipient est ouvert en sa partie supérieure en forme de goulot, & garni d'une Virolle de cuivre, entre le couvercle & le fond de laquelle il y a plusieurs rondelles de cuirs gras. Le tout est traversé par une Tige de métal bien cilindrique & bien unie, qui peut glisser selon sa longueur & tourner dans les cuirs, sans que l'air puisse passer du dehors au dedans du Vaisseau. Au bout de cette Tige, qui se trouve dans le Récipient, on fixe une Boule de Soufre, de Cire d'Espagne, ou d'Ambre, ou bien on y attache un petit Globe de verre qu'on fait embrasser par les deux coquilles ou palettes de la Pince à ressort. A l'autre bout de la Tige on fixe une Bobine de bois, sur laquelle on fait tourner deux fois la corde d'un Archet, & par ce moyen on fait frotter, autant qu'on le veut, la Bou-

le de verre, ou de soufre, &c. dans la Pince garnie. Quand on croit que la Boule a été suffisamment frottée, on soulève la Tige qui la porte, pour la dégager de la Pince; &, en l'arrêtant auprès de la petite frange, on verra si elle en attire, ou si elle en repousse les fils, ce qui prouvera qu'elle est électrique. On peut, suivant les différentes vues qu'on a, faire précéder l'évacuation de l'air, ou le frottement du corps qu'on veut essayer d'électriser.

Quel doit être l'état d'un corps qu'on veut électriser.

Un corps qu'on veut électriser, doit être isolé, ou soutenu avec des suports qui ne partagent que très peu ou point son Electricité, & qui ne la transmettent pas aux autres corps voisins. Le Soufre, la Soie, la Résine, la Poix, & généralement tout ce qui s'électrise aisément, est très propre à cet effet.

Manière d'électriser un Homme.

Si un Homme se tient debout sur un Gâteau de Résine, de Cire, &c. ou s'il est assis ou couché sur une planche suspendue avec des cordons de soie ou de crin attachés au plancher, on l'électrisera en lui faisant approcher de fort près la main du Globe qu'on frotte, ou bien en passant près de son corps, un Tube nouvellement frotté.

Planche XIII. Fig. 15.

Il y en a qui emploient une espèce de Chassis garni d'un réseau fait de cordons de soie, sur lequel on fait monter la personne qu'on doit électriser; & pour soutenir horizontalement des corps d'une certaine longueur, on emploie des doubles Fourches qui portent des cordons de soie tendus, & dont les pieds haussent & baissent suivant le besoin (a).

Les

(a) Cette invention est du P. Gordon, Bénédic-

Les Gâteaux de Résine ou de Poix doivent avoir au moins 7 à 8 pouces d'épaisseur, & être assez larges pour appuier commodément les pieds de la personne qui monte dessus. Comme ces Gâteaux sont sujets à s'écrouler ou à se rompre, quand on marche dessus, on peut les faire d'un mêlange de Résine & de Cire la plus commune, à parties égales. Leur surface doit être bien sèche; & la personne qui se tient dessus, ne doit toucher à rien de ce qui l'environne. Si c'est une Dame, sa robe doit être autant élevée que ses pieds au-dessus du plancher. Quels doivent être les Gâteaux de Résine sur lesquels on se tient.

Pour soutenir la Barre de fer A au-dessus du Globe B, quand elle est fort pesante, on peut se servir de deux Cordons de soie C C, qui embrassent des Poulies D D fixées au plancher, & dont les bouts soient à portée de la main, pour faire monter ou descendre la Barre qu'ils portent. Planche XIII. Fig. 16.

Quand les Barres sont minces *a*, on peut les soutenir avec un Suport portatif, d'où l'on fait pendre deux fils de soie *b*, *b*, qui s'allongent ou s'accourcissent par le moyen de deux Chevilles. Fig. 17.

Quand un Corps est fortement électrique, il en donne des marques très sensibles, soit en attirant d'une distance assez considérable les corps légers qu'on lui présente, & en les repoussant avec vivacité, soit en jettant de la lumière par quelque endroit de sa surface. Les fils de Soie, le poil des Animaux, les petites Plumes, sur-tout le Duvet, Comment on connoit qu'un Corps est devenu électrique.

dictin Ecossois, Professeur de Philosophie à Erfort. Voyez *Phænomena Electricitatis exposita ab Andrea Gordon.*

vet, les feuilles de Métal, sont attirés & repoussés plus vivement que la plupart des autres matières par un corps électrique.

Manière d'électriser par communication.

Voulez-vous électriser un Corps par communication, un Animal mort ou vif, une Plante, du Bois, des feuilles de métal, un fil, &c.; suspendez ce Corps à un fil de soie, ou posez-le sur un appui; approchez-en fort près, à plusieurs reprises, un Tube de verre fortement électrisé, & l'Electricité de ce Tube se communiquera de manière que le Corps suspendu ou soutenu attirera & repoussera les petites feuilles de métal qu'on lui présentera.

Planche XIII. Fig. 16 & 17.

Ces expériences se font plus commodément & avec plus de succès, lorsqu'au-lieu d'un Tube on se sert d'un Globe de verre pour communiquer l'Electricité. Alors si le Corps, qu'on veut électriser, a une certaine longueur, on le suspend avec des Cordons de soie, comme dans la *Figure* 16, A, C, C, & dans la *Figure* 17, *a*, *b*, *b*.

Fig. 16.

Si c'est une Liqueur qu'on veuille électriser, on la place dans une Capsule de verre, dans un Jatte de fayence, de porcelaine, &c. E; & l'on fait plonger dedans un fil de métal F, qui pende au bout d'une Verge de fer A, dont l'autre extrémité répond au Globe B.

Comment on fait cesser l'Electricité.

Un Corps électrisé cesse ordinairement bientôt de l'être, quand on y touche avec la main, ou avec tout autre Corps non électrique.

Quand un Corps est électrique il attire & repousse en même tems différens corpuscules, ou le même successivement.

Les Rubans noirs attirés plus

Il y a des matières sur lesquelles l'Electricité a plus de prise que sur d'autres. Suspen-

pendez avec deux fils de soie *a*, *a*, une Baguette de bois *b*, à laquelle vous attacherez des Rubans de diverses couleurs *c*, *c*, mais de mêmes largeur & longueur, afin qu'ils soient tous à peu près de même poids. Approchez-en environ à un pied de distance, un Tube de verre électrisé *d*, & vous verrez les Rubans noirs attirés & repoussés de plus loin, ou plus fortement que les autres.

fortement que les autres. Planche XIII. Fig. 18.

Plusieurs expériences semblent faire voir que la matière électrique sort du Corps électrisé en forme de bouquets ou d'aigrettes lumineuses, dont les rayons divergent beaucoup entre eux. La *Figure* 17 représente une Barre de fer électrisée, hérissée de la matière électrique. Si l'on présente aux Aigrettes lumineuses enflammées & qui en sortent, ou le visage, ou le revers de la main, à 5 ou 6 pouces de distance, on ressent un petit soufle qui augmente, ou qui s'affoiblit, selon que les Aigrettes deviennent plus ou moins foibles, ou qu'on en approche à une distance plus ou moins grande. Quelquefois ce petit vent se fait sentir, sans que l'Aigrette paroisse.

De quelle manière la matière électrique sort du corps électrisé. Fig. 17.

Voici une expérience qui prouve que l'Electricité peut être portée à une très grande distance. Prenez une Corde de chanvre de 3 ou 4 toises de longueur & à peu près grosse comme une plume à écrire, A. Attachez-la d'une part à un fil de soie, long de 15 ou 18 pouces, fixé en quelque endroit. Tendez votre Corde dans une situation horizontale, & fixez-la de l'autre part à un autre fil de soie, de manière qu'il y en ait un bout qui pende & qui porte une Orange B, une Pomme ou une Boule

Grande distance à laquelle l'Electricité peut être portée. Fig. 19.

Planche XIII. Fig. 15.

de bois, &c. à quelques pouces au-dessus d'une Table ou d'un Suport, sur lequel vous mettrez des fragmens de feuilles de métal *a*. Alors si vous approchez le Tube électrisé *b* en A, dans un instant toute la Corde devient électrique, & l'Orange B attire & repousse continuellement les petites feuilles d'or.

Cette expérience a réussi avec une Corde de 1256 pieds de France, qui n'étoit électrisée que par un Tube. A quelle distance ne porteroit-on pas l'Electricité, si l'on électrisoit une Corde plus longue avec un Globe de verre! Quand la Corde est fort longue, il faut la soutenir d'espace en espace avec des fils de soie tendus horizontalement entre deux Piquets C, D. Il n'est pas nécessaire que la Corde soit exactement tendue en ligne droite. Au-lieu de Corde, on peut prendre un gros fil, une chaîne de fer, ou même plusieurs personnes qui se tiennent par la main, & qui sont debout sur des gâteaux de résine.

Le P. Frantz a conduit la force électrique à 5300 pieds par le moyen d'une chaîne de fer. A cette énorme distance cette force avoit augmenté au-lieu de diminuer. Mr. Le Monnier a fait une chaîne de tout un Couvent de Chartreux: le choc électrique s'est communiqué à une distance de neuf toises.

L'Electricité portée à la distance de 12276 pieds.

Mr. Watson (*a*) a mené la force électrique le long d'un fil d'archal à 8000 pieds de distance dans une expérience, à 8382 dans une autre, à 10600 dans la troisième, &

(*a*) Voyez les *Transactions Philosophiques*, an. 1748, n. 485 & 489.

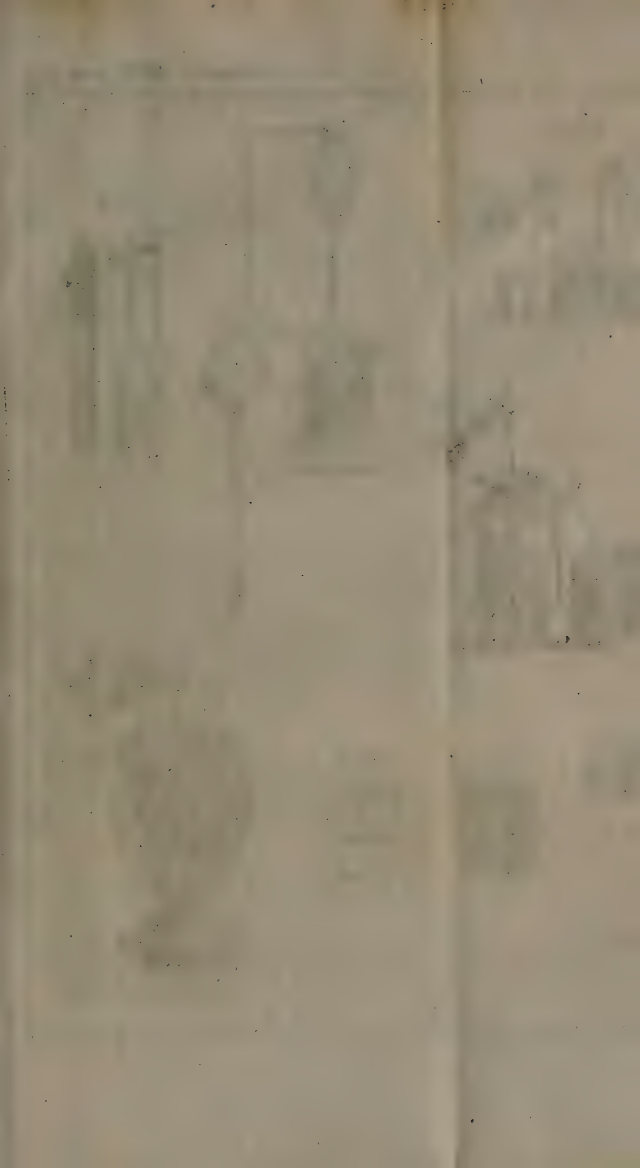



Fig: 1.
Fig: 2.
Fig: 3.
Fig: 4.
Fig: 5.
Fig: 6.
Fig: 7.
Fig: 8.
Fig: 9.
Fig: 10.
Fig: 11.
Fig: 12.

& à 12276 dans la quatrième. Cette distance n'a pas produit le moindre retardement, & l'Observateur placé au bout du fil d'archal a senti la secousse électrique dans l'instant même que le Globe de verre avoit mis la matière électrique en marche. Le Son auroit mis près de 12 secondes à parcourir les 12276 pieds, que la force électrique a parcourus dans un instant.

Fameuse Expérience de Leyde.

La matière de l'Electricité pénètre intimement les Corps, elle agit même sur eux avec une force capable de tuer des Animaux. C'est ce que prouve la fameuse expérience de Leyde, attribuée à Mrs. Musschenbroek & Alamand (*a*). Voici comme elle se fait.

Planche XIV. Fig. 1.

Electrisez par le moyen du Globe A, une Verge de fer *b*, ou de quelque autre métal, suspendue par deux fils de soie *c*, *c*, dans une situation horizontale. Laissez pendre librement un fil d'archal ou de leton au bout de cette Verge le plus éloigné du Globe: tenez d'une main un Vase de verre en partie plein d'eau, dans laquelle plongera le fil de métal suspendu; avec l'autre main essayez d'exciter une étincelle à tel endroit que vous voudrez de la Verge de fer ou du fil de métal qui pend au bout, & qui plonge dans l'eau du Vase. Vous ressentirez une commotion très forte & très subite dans les deux bras, & même dans la poi-

(*a*) Mr. Guerrick prétend que l'honneur de cette découverte appartient à Mr. de Kleist, Doyen du Chapitre de Camin, qui fit l'expérience en question le 11 d'Octobre 1745. L'expérience de Mr. Musschenbroek n'a été publiée que le 1 Avril 1746.

poitrine & dans le reste du corps.

Oiseau tué par l'effet violent de la matière électrique.

Cette expérience a été variée depuis de différentes façons, avec des circonstances remarquables. Le coup est plus fort quand le Globe est plus gros, plus épais, plus frotté, quand le Vase est plus large, quand la Barre de fer est plus grosse. En augmentant l'effet par ce dernier moyen, Mr. l'Abbé Nollet a tué du second coup un Oiseau; ce qui lui fait croire qu'on pourroit blesser quelqu'un qui s'exposeroit imprudemment à cette expérience.

Accidens causés par l'effet violent de l'Electricité.

Cette secousse que l'on ressent, & qui paroît arracher le bras à celui qui fait l'expérience, est assez violente pour ôter au Physicien le plus déterminé l'envie de la réïtérer. Elle a effectivement eu de mauvais effets sur quelques personnes. Mr. le Professeur Winkler en a eu un saignement de nez, des maux de tête, &c. Mr. Freke raporte l'histoire d'une personne qui en resta paralitique, & on a dit la même chose dans les nouvelles publiques de Mr. Doppelmayer. Les petits Animaux en éprouvent un effet beaucoup plus funeste. Des Moineaux, des Linottes, de jeunes Rats en ont été exterminés sur le champ, & on a trouvé dans leur poitrine, du sang extravasé, sorti apparemment de quelque vaisseau déchiré.

La force électrique se conserve dans l'eau pendant plusieurs jours, & se laisse transporter avec la Bouteille ou le Vase. Quand on attache au fond de la Bouteille un fil d'archal, & qu'on le fait passer par le plancher d'une Chambre, couvert d'un tapis, on a ce que Mr. Watson appelle la mine électrique. Qu'un Homme mette le pied

sur

ſur ce fil d'archal, il en éprouve une ſecouſſe énorme qui paroit lui enlever la jambe.

Ce qu'il y a de plus ſurprenant dans cette expérience, c'eſt l'immenſe quantité de Feu électrique qu'elle produit. Un Tube électriſé ſuffit non ſeulement pour remplir à ſaturité quatre ou cinq Bouteilles, mais même pour rendre une Rivière entière électrique. On en a fait l'expérience avec la Pleiſſe qui traverſe la Ville de Leipſic. On a fait deſcendre dans cette Rivière une Bouteille électriſée à la manière accoutumée, la Rivière entière en a été électriſée; elle a jetté du feu & des flammes, à l'approche d'un doigt non électriſé, à une diſtance conſidérable da la Machine.

Rivière rendue électrique.

Au-lieu d'une Barre de fer, on peut électriſer un Homme qui ait une main au Globe, & l'autre plongée dans le Vaſe; il reſſentira la même commotion que ceux qui tiennent le Vaſe & qui tirent l'étincelle. Il faut que le Vaſe ſoit bien net, bien ſec, & qu'on le touche par l'endroit qui contient l'eau.

Dans cette même expérience, au-lieu de faire tirer l'étincelle à la même perſonne qui tient le Vaſe, formez une chaîne de 30 ou 40 Hommes qui ſe tiennent tous par les mains; ou, ſi vous n'avez pas aſſez de monde, faites communiquer un Homme à un autre Homme par une Barre de fer dont ils tiendront chacun un bout; que le prémier de la bande tienne le Vaſe à demi-plein d'eau ſous le fil de métal, & que le dernier tire l'étincelle de la Verge de fer. Tous ceux qui participeront à cette expérience, reſſentiront en même tems

Commotion reſſentie par une chaîne de 30 ou 40 hommes, & même d'un plus grand nombre.

la commotion qui en eſt l'effet ordinaire. Cela a réuſſi parfaitement à Mr. l'Abbé Nollet avec deux cens Hommes, qui formoient deux rangs, dont chacun avoit plus de cent cinquante pieds de longueur; & il ne doute pas qu'on n'eût le même ſuccès avec deux mille & davantage.

Matière appellée effluente par l'Abbé Nollet. Planche XIV. Fig. 1. Matière affluente.

L'Abbé Nollet appelle *Matière effluente*, celle qui s'élance, à ce qu'il prétend, en forme d'Aigrettes, du dedans du Corps électrique, & dont les rayons ſont divergens entre eux *a, a, a, a, a, a, a, a, a, a, a, a*. Il nomme *Matière affluente*, celle qu'il croit venir de toutes parts à ce même Corps par des lignes convergentes, *d, d, d, d, d, d*, comme pour remplacer celle qui en ſort.

Mouvemens de ces deux courans de matière.

Ces deux Courans de matière, qui vont en ſens contraires, exercent leurs mouvemens en même tems. Lorsqu'un Corps léger ſe trouve dans la ſphère d'activité du Corps électrique, il obéit au plus fort des deux Courans électriques, à celui des deux qui a le plus de priſe ſur lui. Lorsqu'on veut attirer un Corps léger, comme une feuille de métal E, il eſt chaſſé vers le Corps électrique par la Matière affluente. Dès que ce Corps léger a touché le Corps électrique, ou qu'il s'en eſt approché de fort près, il s'électriſe lui-même, devient tout hériſſé d'Aigrettes, dont l'atmoſphère le met en priſe aux rayons de Matière effluente, qui le tiennent alors écarté du Tube ou du Globe électrique, comme en H. Les Aigrettes de Matière effluente ne ſont pas régulières ni par le nombre, ni par l'arangement de leurs rayons; quelquefois elles ſe croiſent, comme en G, G.

Mr.

Mr. Ellicot (*a*) explique les Attractions & les Répulsions par des exhalaisons qui sortent des corps électrisés, & qui se repoussent les unes les autres : au-lieu qu'elles sont attirées par presque tous les autres corps, & par l'eau même. Les exhalaisons électriques, dont l'eau est alors remplie, se manifestent par le brillant lumineux de l'eau électrisée, & par la force répulsive qui paroit entre ses gouttes.

Comment on fait étinceler une personne non électrique.

Un Homme électrisé, qui passe légerement sa main sur une personne non électrique, vêtue de quelque étofe d'or ou d'argent, la fait étinceller de toutes parts, non seulement elle, mais encore toutes les autres qui sont habillées de pareilles étofes, & qui la touchent; & ces étincelles se font sentir aux personnes sur qui elles paroissent, par des picotemens qu'on a peine à souffrir longtems.

Eau-de-vie allumée par une personne électrisée.

Suivant Mr. Bose, une personne électrisée d'une certaine manière aquiert une puissance flammifique assez forte pour allumer, avec l'un de ses doigts, avec sa canne, ou avec le bout de son épée, de l'eau-de-vie qui aura été chaufée. Dés que le doigt approche de l'eau-de-vie, il en sort une étincelle, qui pétille, & qui va l'allumer.

La flanelle est fort sujette à produire des étincelles, sans qu'on y excite d'électricité. C'est aussi ce qui arrive au poil des Chats, & des cheveux de plusieurs personnes, dont on a vu sortir des exhalaisons lumineuses (*a*).

(*a*) Dans les *Transactions Philos.* an. 1748, n, 486.

(*a*). Mr. Hales a remarqué que les étincelles électriques du fer sont d'une blancheur argentée; celles de l'airain, vertes; & celles qui sortent d'un œuf, jaunâtres (*b*). Cela semble pouver que l'élement électrique qui sort d'un corps, se charge de quelques parties qui lui sont propres.

Feu qu'on fait sortir d'un tas de pierreries, ou de vaisselle d'argent.

Un Homme électrisé touche-t-il de la main un tas de pierreries ou de vaisselle d'argent; on en voit sortir du feu de tous côtés. C'est le feu d'artifice le plus brillant qu'on ait jamais vu. La flamme est bleuâtre, quand elle sort de la peau, sa pointe est rouge: elle est plus blanche en sortant de l'argent.

Moyen d'électriser une personne de manière à entourer tout son corps de la flamme électrique.

A l'aide de plusieurs Globes d'un grand diamètre, de Caisses de poix plus grandes que de coutume, & de certains moyens employés par Mr. Bose, on peut électriser une personne d'une manière tout-à-fait digne d'admiration. Peu à peu une lueur dorée s'élève de la poix, & nage autour des pieds, comme une espèce de galon; elle s'élève jusqu'aux genoux, & gagne enfin la tête. Alors toute la personne se trouve environnée d'une gloire, qui représente au naturel, ce Limbe de lumière dont les Peintres ornent les Saints.

L'Electricité employée avec succès dans la Paralysie.

L'Electricité a été employée avec succès dans la paralysie. On a lu dans une des Assemblées de la Societé Royale de Londres, une rélation bien attestée d'Irlande, où l'on assure qu'un homme paralytique depuis plusieurs années, après 15 ou 20 électrifications,

(*a*) Dans les *Transactions Philos.* an. 1748, n. 488.

(*b*) Ibidem.

tions, dont il ſentit vivement les coups, ſe trouva en état de marcher, de porter ſes mains à la tête, & de parler, ce qu'il n'étoit pas en état de faire auparavant. Mr. Jallabert a auſſi trouvé l'Electricité très efficace contre la Paralyſie. C'eſt M. Krazenſtein qui a fait le prémier des expériences pour decouvrir ſi elle ne pourroit pas ſervir à la Médécine.

La Poudre à canon allumée par la Matière électrique.

On a fait voir par des expériences très curieuſes que la Lumière électrique allume les corps inflammables, auſſi bien que feroit la flamme même. On allume la Poudre à canon, en y mêlant du Camphre ou quelque huile inflammable.

Mr. Robert Roche (*a*) a vu la Laine d'un gros Drap prendre feu ſur le corps d'un Malade qu'il avoit fait électriſer, & bruler avec une flamme longue de ſix pouces. Ce phénomène eſt plus ſurprenant encore que celui de la Poudre à canon.

Feu tiré de la Glace.

On a tiré de la Glace, & même de la Glace artificielle, un feu capable d'allumer l'eſprit-de-vin.

Moyen d'électriſer les perſonnes ſans beaucoup de précaution.

On a appris à électriſer les perſonnes aſſiſes à leur aiſe, ou couchées même dans leur lit, ſans autre précaution que d'empêcher les pieds de toucher du bois, en les plaçant ſur des Couſſins ou ſur des Tapis de laine.

Durée de l'Electricité.

L'Electricité communiquée à l'Eau, à des Globes électriſés, a duré des 36 heures à Paris, & des jours entiers à Leyde & à Wittenberg. L'Eau électrifiée décharge ſa force

(*a*) Dans les *Transactions Philoſophiques*, an. 1748, n. 487.

force quand on en approche un doigt non électrique.

L'Electricité accélère presque toutes sortes de mouvemens. Des expériences réïtérées ont appris à Mr. Bose, qu'un Vaisseau qui se vuide par une Fontaine en 8 minutes, se vuidoit en 6 ou un peu au-delà, quand on électrise ce Vaisseau. Cette Fontaine luit dans l'obscurité, & le feu s'y mêle avec l'eau sans perdre son éclat.

Effets de l'Electricité sur les Plantes.

On a éprouvé en Ecosse & en Allemagne l'effet que feroit l'Electricité sur les Plantes. Des Myrtes électrisés ont poussé leurs bourgeons avec beaucoup plus de promptitude, que d'autres Arbres de la même espèce & de la même grandeur, placés dans la même Orangerie. La prétendue Rose de Jéricho a ouvert ses branches par la force de l'Electricité. Mr. Browning de Bristol ayant électrisé des Plantes, une flamme pourprée sortit de chacune des feuilles, lorsqu'on en approcha le doigt, & elles furent agitées d'une espèce de trémoussement lorsqu'on en arrêta l'Electricité.

Autres effets qu'elle produit.

Un Tube électrique attire le bras d'une Balance, & l'élève ou le fait pancher. Des Boules de verre creuses, qui nagent dans l'eau électrisée, suivent un doigt non électrisé.

La Flamme, une Vapeur, une Pomme même qu'un Homme électrisé jette à son voisin, sert de Conducteur à l'Electricité, & la transmet à une autre personne.

Elle accélère le mouve-

L'Electricité accélère également le mouvement du sang de l'Homme, soit que le Sang reste dans les veines, soit qu'il en sorte

forte par une Saignée; le poul en eſt accéléré de 10 au 15 coups dans une minute. Mr. Krazenſtein a trouvé que l'Electricité augmente le nombre des pouls de 80 à 96, ce qui fait une différence très conſidérable. Mr. l'Abbé Nollet a donné dans une Lettre (*a*) à Mr. Folkes le précis de ſes expériences ſur les courans d'eau électriſée. Il a trouvé qu'un courant n'eſt ni accéléré ni retardé, quand le tuyau dont il ſort, a une ligne ou plus de diamètre; que des tuyaux à peine aſſez larges pour que le fil de l'eau ſe continue, accélèrent un peu le courant, & plus encore lorsque le tuyau eſt aſſez étroit pour que l'eau n'en ſorte que goutte à goutte: cette accélération eſt aſſez grande pour faire ſortir la Liqueur d'un tuyau d'ailleurs trop étroit pour la laiſſer ſortir ſans l'aide du courant électrique. Le Sang qui ſort de la veine d'un Homme qu'on électriſe, devient luiſant, ſe ſépare en petites gouttelettes, & porte ſon jet plus loin, à peu près comme l'eau.

ment du Sang, le rend luiſant, fait ſuer.

L'Electricité met bien des gens en ſueur. Mr. l'Abbé Nollet (*b*) a trouvé qu'elle augmente la tranſpiration des Animaux & des Plantes, & l'évaporation des Liqueurs. Il a cru même s'appercevoir que la végétation des graines en a été accélérée.

Par le moyen de l'Electricité on peut former un Carillon fort divertiſſant. Ce Carillon ſe fait à l'aide de deux petites Clochettes de métal, entre lesquelles on ſuſpend un Timbre. L'une de ces Clochettes n'eſt

Carillon formé à l'aide de l'Electricité.

(*a*) *Tranſactions Philoſoph.* an. 1748, n. 486.
(*b*) Ibidem.

n'eſt pas plutôt électriſée, qu'elle attire le Timbre: ce Timbre s'électriſe au point de contact, dès-lors il en eſt repouſſé, il frappe l'autre Clochette, il y perd ſon Electricité, & retourne par l'attraction à la Clochette électrique.

Découverte faite par Mr. Alamand. On connoit depuis longtems les Baromètres lumineux, & l'on ſait les hypothèſes ingénieuſes qu'on a inventées pour en expliquer les effets. Mr. Trembley nous apprend dans une Lettre écrite au Préſident de la Societé Royale de Londres, que Mr. Alamand s'eſt convaincu que le Tube devient à la fois électrique & lumineux par le frottement du Mercure. Les Corps légers qu'il attire ſuivent les mouvemens du Mercure. La lumière eſt fort vive, lorsqu'on frotte extérieurement le Tube, à meſure que le Vif-argent change de place; mais ſon éclat eſt plus grand encore lorsque le Tube eſt vuide d'air. On voit alors des rayons de lumière en remplir toute la capacité, & ſortir du métal renfermé.

Exception à une Loi de l'Electricité. On a adopté aſſez généralement entre les loix de l'Electricité, que les étincelles électriques ne naiſſent qu'à l'approche mutuelle d'un Corps électriſé, & d'un autre qui ne l'eſt pas. Mais Mr. Daniel Gralath dans un de ſes Mémoires ſur l'Electricité, trouve beaucoup d'exceptions à cette loi, & la modifie de cette manière. L'étincelle électrique naît à l'approche d'un Corps diſpoſé à la faire naître, & d'un autre diſpoſé de même, électriſé ou non. C'eſt ce qu'on prouve par des expériences. Mr. Guerrick placé ſur une Caiſſe de poix, & électriſé par un Tube de fer-blanc, a approché ſa

main

main de ce Tube, & l'étincelle s'eſt fait voir à l'ordinaire entre le Tube & le doigt; elle a même été aſſez forte pour aller allumer de l'eſprit-de-vin.

D. Quelle eſt la matière qui fait l'Electricité, ou qui en opère les phénomènes? Matière de l'Electricité.

R. Pluſieurs Philoſophes prétendent que c'eſt celle du Feu élémentaire. Mais ce n'eſt encore qu'une Hypothèſe, & même une Hypothèſe à l'aide de laquelle on ne ſauroit réſoudre bien des difficultés. Mr. Watſon ſe contente de dire que c'eſt une matière fluïde, élaſtique, dont tous les Corps ſont remplis, à l'exception de ceux qu'on appelle électriques par eux-mêmes (*a*).

CHAPITRE XXXVI.

Des Fluïdes, & des Liquides, ou Liqueurs.

D. QU'eſt-ce qu'un Fluïde? Ce que c'eſt qu'un Fluïde.

R. C'eſt en général un Corps qui cède aiſément au toucher, dont les parties réſiſtant peu à la diviſion, ſe meuvent entre elles avec une grande facilité, & ſe répandent comme d'elles-mêmes.

Parmi les Fluïdes quelques-uns ſe répandent par leur reſſort & par leur poids, comme l'Air; ou ſeulement par leur poids, com- Différentes ſortes de Fluïdes.

(*a*) Son Syſtême ſur la *Nature électrique* mérite d'être lu. Voyez les *Tranſactions Philoſophiques*, an. 1748, n. 485 & 489.

comme un monceau de Sable, fans que leur furface fupérieure fe mette exactement de niveau; & ce font-là les Fluïdes proprement dits.

Ce que c'eft qu'un Liquide.

D. Qu'appellez-vous Corps liquides, ou Liqueurs?

R. La Liquidité n'eft qu'une efpèce de Fluïdité; car Fluïdité eft un terme général qui s'applique à tous les Corps, dont les parties cèdent à la moindre impreffion.

Différence entre un Fluïde & un Liquide.

D. Quelle différence mettez-vous donc entre un Corps fluïde & un Corps liquide?

R. Le caractère diftinctif des Fluïdes, c'eft que leur furface fupérieure ne fe met pas exactement de niveau, elle n'obferve par un plan parallèle à l'horizon. La Flamme, par exemple, eft un Fluïde, parce que fa furface eft fans parallélisme. Ses parties font, à la vérité, extrêmement agitées de bas en haut, & du centre vers la circonférence, mais elles manquent ou du poids, ou de quelque autre circonftance néceffaire pour déterminer leur furface fupérieure au niveau. La Fumée, qui s'élève dans l'air, & qui change continuellement de forme, eft auffi un Fluïde.

On remarque le contraire dans les Liquides. Leur caractère le plus diftinctif eft de n'avoir d'autre figure, que celle qu'on leur fait prendre dans les vaiffeaux qui les contiennent, & de ranger leur plus haute furface dans un plan parallèle à l'horizon. L'Eau, l'Huile, le Mercure, font des Liquides; & c'eft ce niveau & ce parallélisme perpétuel de leur furface, en conféquence de leur poids, & du mouvement que leurs parties ont en tout fens, qui

ui les diſtingue des Fluïdes proprement its, & qui fait le vrai caractère de leur Liquidité.

D. Comment prouve-t-on la réalité du mouvement inteſtin des Liquides, puiſque e mouvement n'eſt pas viſible? Preuves du mouvement inteſtin des Liquides.

R. Un des principaux effets qui ſemble e prouver, c'eſt la diſſolution & la corruption des corps durs, cauſée par les Liquides. On ne voit aucun mouvement, par xemple, dans de l'Eau-forte qu'on a laiſſée repoſer dans un verre; cependant ſi l'on y plonge une pièce de Cuivre, il ſe era d'abord une effervefcence dans la Liqueur: le Cuivre ſera rongé viſiblement out autour de ſa ſurface, & enfin il diſparoitra, en laiſſant l'Eau-forte chargée partout & uniformément de ſes parties devenues imperceptibles, & teintes d'un bleu irant ſur le verd de mer.

Ce que les Eaux fortes ſont à l'égard des Métaux, les autres Liquides le ſont à l'égard d'autres matières; chacun d'eux eſt diſſolvant par raport à certains corps plus ou moins, ſelon la figure, l'agitation, la ſolidité ou la ſubtilité de ſes parties. Or l eſt clair que la diſſolution ſuppoſe le mouvement, ou n'eſt autre choſe que l'effet du mouvement. Il y a donc dans les Liqueurs un mouvement inteſtin abſolument néceſſaire pour la diſſolution.

Une autre preuve du mouvement inteſtin des Liqueurs ſe tire de leur évaporation. Mr. de Mairan a fait voir (a) par des

(a) Voyez ſa *Diſſertation ſur la Glace*, pag 12, & ſuiv.

des expériences que ce mouvement doi nécessairement entrer dans l'évaporation de l'Esprit-de-vin, qu'il en constitue la principale partie, & par conséquent qu'il existe. Les mêmes expériences lui ont appris que le mouvement intestin de l'Eau n'est pas moins réel, quoique de beaucoup moins grand, ne faisant pas tout-à-fait la 6me. partie de celui de l'Esprit-de-vin.

L'évaporation des Liqueurs dans le Vuide prouve peut-être encore plus directement leur volatilité propre ou leur mouvement intestin, puisque le Milieu ambiant ou le Vuide, est censé n'avoir pas d'action sensible sur la Liqueur. On peut s'en rapporter là-dessus aux expériences de Mr. Waller, qui ont été faites avec toutes les attentions possibles dans le Vuide le plus parfait de la Machine Pneumatique.

Philosophes qui n'attribuent aux Liquides qu'une simple mobilité.

Il y a cependant des Philosophes, qui se contentent d'attribuer aux Liqueurs une grande mobilité. Ils croient qu'elles n'ont point en elles-mêmes un mouvement particulier qui les rende telles; mais qu'elles sont dans cet état seulement, parce que leurs parties sont extrêmement mobiles entre elles, & se séparent au moindre choc.

Si un Liquide peut devenir un Fluïde, & réciproquement.

D. Un Liquide ne peut-il pas devenir un Fluïde, & un Fluïde proprement dit ne peut-il pas se convertir en un Liquide?

R. Oui. Lorsque les parties d'un Liquide se séparent de la masse totale, il devient un Fluïde, comme on voit qu'il arrive à l'Eau qui se résout en vapeurs. Les Brouillards & les Nuages sont des corps fluïdes quoique formés de l'essemblage de parcelles liquides.

De même un Fluïde peut devenir un Liquide

quide, si l'on insère dans les intervalles des parties qui le composent, quelque matière qui les agite en tout sens, & les détermine à se ranger de niveau vers la surface supérieure, à peu près comme il arriveroit à du Sable qu'on jetteroit dans un grand vaisseau plein d'eau bouillante.

D. Qu'appelle-t-on les parties intégrantes d'un Liquide & de chaque Corps?

Parties intégrantes d'un Liquide.

R. Ce sont celles qui entrent dans sa composition selon le dernier degré de division actuelle, où elles doivent être pour former un tel Liquide ou un tel Corps, & nullement selon le dernier degré de division possible où elles sont capables d'arriver: car si la matière est divisible à l'infini, les parties intégrantes d'un Liquide, & celles de tout autre Corps, ont elles-mêmes d'autres parties intégrantes qui les composent, & par lesquelles elles peuvent être divisées & subdivisées à l'infini.

Pourquoi les Liquides ne s'évaporent pas en un instant.

D. Pourquoi les Liquides ne se dissipent-ils pas en un instant, puisque leurs parties intégrantes sont toujours agitées, soit par quelque matière subtile qui pénètre les Liquides, soit par quelque autre cause que nous ignorons?

R. Cela peut venir de leur pésanteur ou inertie, car elles en ont, de même que tous les autres Corps, à raison de leur masse & de leur matière propre.

D. Qu'arrive-t-il lorsque des Liquides de même pésanteur sont renfermés dans un même vaisseau?

R. Le plus pesant occupe le lieu le plus bas, à cause de sa pésanteur, & est pressé par le plus léger, & cela à proportion de la hauteur de ce dernier.

CHA-

CHAPITRE XXXVII.

De l'Hydraulique & de l'Hydrostatique.

Ce que c'est que l'Hydraulique.

D. QU'est-ce que l'Hydraulique ?

R. C'est la Science qui traite du mouvement des Fluïdes, & plus particuliérement du mouvement des Eaux.

Et l'Hydrostatique.

D. Quelle est la Science à laquelle on donne le nom d'Hydrostatique ?

R. C'est celle qui a pour objets la pésanteur des Liquides ou Liqueurs, leur équilibre, & leur actions sur les Corps.

Les Liqueurs pesent.

D. Les Liqueurs pesent-elles ?

R. Il ne faut pas en douter, puisqu'elles donnent prise à la cause de la pésanteur, qui les pousse vers le centre de la Terre.

Comment leur poids se communique.

D. Le poids des partics supérieures se communique-t-il aux inférieures ?

R. Oui. Celles-là poussées par la cause de la pésanteur, doivent pousser celles-ci.

Couches les plus pésantes.

D. Dans des Liqueurs de même espèce en parties, quelles sont les couches qui pesent le plus ?

R. Ce sont celles qui sont le plus éloignées de la surface supérieure, ou qui se trouvent le plus près du fond, parce qu'elles sont poussées en-embas par un plus grand nombre de parties pesantes. Delà vient que l'eau de la Mer est d'autant plus pesante, qu'elle approche plus du fond.

Comment

D. Pourquoi les parties insensibles des Corps

Corps liquides se poussent-elles les unes les autres en tous sens, & vers tous les endroits imaginables de l'Univers? *Les Liqueurs se poussent en tous sens.*

R. C'est un effet de la pésanteur absolue des colonnes d'un Liquide qui les fait tendre vers le centre de la Terre. Les parties inférieures étant comprimées, essaient sans cesse de s'étendre, & poussent de tous côtés les parties voisines. Percez le côté droit ou le côté gauche d'un Tonneau; le Vin coule à l'instant. Une Digue vient-elle à se rompre; l'eau d'un Fleuve se détourne & quitte son lit.

Une eau vive sortie du panchant d'une colline vient-elle par des canaux embellir les Jardins; dès qu'elle est libre vous la voyez jaillir en l'air. L'action de la pésanteur la fait d'abord descendre de sa source, puis ses parties comprimées par l'action même de la pésanteur, & poussées vers mille endroits, suivent la direction des Canaux parallèle à l'horizon, & où la résistance est moindre, jusqu'à ce que trouvant enfin une issue libre, mais précisément dans une direction perpendiculaire, elles la saisissent par le même principe; &, comme elles ont une force proportionnée à la hauteur de l'eau, qui descend & les presse par sa pésanteur, elles s'élancent rapidement dans l'air. Vous diriez qu'elles essaient de rejoindre leur source, au moins peu s'en faut qu'elles n'en atteignent le niveau. *Eau jaillissante.*

Les expériences que nous raporterons dans le Chapitre suivant, répandront un nouveau jour sur cette importante question.

D. Mais pourquoi l'eau ne s'elève-t-elle *Pourquoi*

pas jusqu'au niveau même de sa source ?

l'Eau ne s'élève pas jusqu'au niveau de sa source.

R. Elle perd de sa force dans les Canaux, par les frottemens. D'ailleurs, quand elle s'élance, la résistance de l'air divise ses parties; ses parties divisées en ont plus de surface, à proportion de leur masse; ayant plus de surface, elles rencontrent plus d'air dans leur direction, & perdent d'autant plus de leurs forces, qu'il faut les partager davantage. Joignez à cela que l'eau qui jaillit, retombe sur celle qui la suit, & l'affoiblit par sa chute.

Pourquoi les Liquides accélèrent leur mouvement en passant d'un canal plus grand dans un plus étroit.

D. Pourquoi les Corps liquides qui coulent, passant d'un plus grand espace dans un plus étroit, accélèrent-ils leur mouvement dans le passage ?

R. En voici la raison. Les parties latérales, qui trouvent un obstacle dans les côtés rétrécis du Canal, sont alors plus serrées par celles qui les suivent & surviennent incessamment; plus serrées elles font plus d'impression sur les parties qui coulent directement & librement dans le Canal plus étroit; & celles-ci, trouvant un passage libre, résistent moins à celles-là. Dans cette situation, il faut qu'en un tems égal, il coule plus de liqueur dans un plus petit endroit, ce qui ne peut se faire sans accélération de vitesse: aussi l'eau qui passe sous les Arches d'un Pont, va plus vite qu'elle ne faisoit auparavant dans un lit plus large; & la Liqueur lancée avec une Séringue, aquiert, en sortant, une vitesse de dix degrés, si l'issue est dix fois plus étroite que le dedans du Cilindre.

Cause des effets de l'Hydrostatique.

D. D'où dépendent les effets les plus singuliers de l'Hydrostatique ?

R. De la figure, & sur-tout de l'extrême

me petitesse des molécules des Liqueurs, qui les rend non seulement impalpables, mais qui les soustrait aux yeux les plus perçans, lors même qu'on emprunte le secours des meilleurs Microscopes.

D. Pourquoi voit-on monter les parties & les colonnes les moins pesantes d'une Liqueur?

Cause de l'ascension des colonnes les moins pesantes.

R. Parce qu'elles ont moins de force pour résister à l'effort des plus pesantes, qui tâchent de les élever. Enfoncez dans l'eau l'extrémité d'une Séringue; tirez le piston, l'eau le suit, parce qu'elle est poussée par les colonnes voisines plus pesantes & plus fortes.

D. Pourquoi les Liqueurs d'espèce différente, & de différente pésanteur, ne se placent-elles pas deniveau?

Pourquoi les Liqueurs de différente pésanteur ne se placent pas de niveau.

R. Parce que les plus pesantes doivent descendre, soulever & soutenir les autres. On voit dans l'eau des bulles d'air monter rapidement jusqu'à la surface de l'eau, parce que l'air est beaucoup plus léger.

D. Pourquoi le vin & l'eau se mêlent-ils dans un verre, quoique l'eau soit plus pesante?

Cause du mélange du Vin & de l'Eau.

R. L'eau qu'on verse sur le vin, ou le vin qu'on verse sur l'eau dans un verre, aquiert dans sa chute assez de mouvement & de force pour diviser les particules du vin, troubler leur équilibre, se répandre dans leurs pores, ou les recevoir dans les siens, s'embarasser avec elles sans pouvoir se dégager, après avoir perdu beaucoup de sa force dans les frottemens.

D. Pourquoi si l'on verse l'eau d'abord dans le verre, & qu'on laisse ensuite couler du vin fort doucement sur une tranche légè-

Cas où le Vin ne se mêle pas avec l'Eau.

légère de pain mise sur l'eau; le vin se répand-il alors sur l'eau, sans descendre ni se mêler?

R. Parce qu'en tombant sur le pain, & en se filtrant par ses pores, il perd beaucoup de la force qu'il avoit aquise dans sa chute.

Ce qui arrive aux Solides plongés dans les Liquides.

D. Qu'arrive-t-il aux Corps solides qu'on plonge dans des Corps liquides?

R. Si le Corps solide pese plus, il s'enfonce tout-à-fait; s'il pese moins, il surnage; s'il pese également, il nage & demeure suspendu dans le Liquide.

Comment un Solide perd de sa pésanteur respective dans les Liquides.

D. Pourquoi un Corps solide que vous soutenez, pese-t-il moins par rapport à vous, ou perd-il de sa présanteur respective dans les Liqueurs, à proportion qu'elles sont plus ou moins pesantes?

R. Ces Liqueurs le soutiennent à raison de leurs poids, & vous n'avez point alors à soutenir ce qu'elles soutiennent. Le Corps solide que vous soutenez dans l'eau, pese-t-il dix livres dans l'air; vous n'employez qu'une force de huit livres pour le soutenir, si un égal volume d'eau pese deux livres, parce qu'il soutient la valeur de deux livres.

Vaisseau qui vogue sur la Mer, mais qui couleroit à fond dans l'Eau douce.

D. Pourquoi tel Vaisseau, qui vogue impunément sur la Mer, couleroit-il à fond dans les eaux douces d'un Lac ou d'un Fleuve?

R. Parce que l'eau salée de la Mer, étant beaucoup plus pesante que l'eau douce, peut soutenir un poids beaucoup plus pesant.

Pourquoi un Bateau

D. Pourquoi cependant un Pont de pierres, chargé d'hommes, d'animaux, &c. qui n'a

n'a pour piliers que des Bateaux mobiles, ne laiſſe-t-il pas de ſurnager?

chargé de pierres, &c. ſurnage.

R. Parce que le volume de pierres, & d'air contenu dans ces Bateaux, eſt plus léger, à cauſe de la légereté de l'air, qu'un égal volume d'eau.

D. Pourquoi une Aiguille d'acier, poſée ſur la ſurface de l'eau, doucement & horizontalement, ſurnage-t-elle, au-lieu de ſe plonger tout-à-fait?

Comment une Aiguille peut ſurnager.

R. La légereté de l'air, la forme de bateau, avec la viſcoſité de l'eau produiſent cet effet. L'air s'attache à l'Aiguille plus aiſément que l'eau, car l'Aiguille ſe mouille aſſez difficilement, l'eau coule deſſus ſans y trouver priſe. Cela ſuppoſé; ſur la ſurface viſqueuſe de l'eau, & dont la viſcoſité, ou, ſuivant les Newtoniens, l'Attraction rend les parties plus difficiles à ſéparer, le poids de l'Aiguille, avec l'air qui l'environne & l'enveloppe, fait une eſpèce de cavité, dans laquelle l'Aiguille ſe trouve comme dans un petit Bateau. De cette manière, tout ce petit volume compoſé de l'Aiguille & de l'air, eſt plus léger qu'un égal volume d'eau, & doit par conſéquent ſurnager. En effet, mouillez l'Aiguille, & détachez-en les particules d'air, & vous la verrez bientôt ſe plonger dans l'eau.

D. Lorſqu'on jette dans l'eau froide une boule de cire, elle ſurnage; fait-on chauffer l'eau, la boule s'enfonce; &, ſi la chaleur augmente, la boule remonte. Pourquoi cela?

Effet ſingulier d'une boule de cire plongée dans l'eau.

R. Cette boule ſurnage d'abord, parce qu'elle peſe moins que l'eau froide; elle s'enfonce enſuite, parce qu'elle peſe plus qu'un égal volume d'eau raréfiée par la cha-

leur; elle remonte enfin, parce que raréfiée elle-même par un excès de chaleur, qui la pénètre & dilate l'air qu'elle renferme, elle devient plus légère qu'un égal volume d'eau.

Pourquoi un Cadavre plonge, remonte ensuite, & enfin se replonge.

D. N'est ce pas par le même principe qu'on explique, pourquoi un Cadavre descend d'abord dans l'eau, qu'il remonte ensuite, & qu'enfin il se replonge comme de lui-même.

R. Le Cadavre descend d'abord dans l'eau, parce qu'il est plus pesant; il remonte, parce que l'air intérieur vient à se dilater, & à donner plus de volume au Corps; il se replonge, parce que les membranes qui retenoient l'air, venant à se créver par la pourriture, laissent sortir ce même air à l'aide duquel le Cadavre surnageoit.

Comment on surnage en se baignant.

D. Comment ceux qui se baignent surnagent-ils?

R. Par le mouvement des bras & des pieds ils soulèvent l'eau latérale; les colonnes d'eau voisines en sont plus longues; plus longues, elle pesent plus, puisqu'elles pesent toutes à raison de leur hauteur. C'est en partie cette pésanteur, cette résistance des colonnes qui fait que l'on surnage en se baignant. La grande quantité d'air que respire un Nageur contribue aussi beaucoup à diminuer de son poids respectif.

Comment un Plongeur remonte du fond de la Mer.

D. Comment un Plongeur remonte-t-il du fond de la Mer jusques sur la surface?

R. Le mouvement perpendiculaire qu'il aquiert, en frappant la terre du pied pour s'élancer en en-haut, diminue sa pésanteur respective; & secondé de la colonne laté-

rale, il s'élève jusques sur la surface de l'eau.

D. Comment les Poissons demeurent-ils suspendus & immobiles ? Comment montent-ils, & descendent-ils avec tant de liberté dans l'eau ?

Comment les Poissons restent suspendus, montent & descendent dans l'eau.

R. Ils ont dans le Corps une Vessie qu'ils emplissent d'air lorsqu'ils veulent se rendre plus légers, & qu'ils desemplissent lorsqu'ils veulent se rendre plus pesans. En frappant l'eau avec la queue, ils secondent leurs vicissitudes de pésanteur & de légereté.

D. Les Oiseaux ont plus de pésanteur qu'un égal volume d'air, & cependant ils volent; expliquez-moi, je vous prie, ce phénomène.

Le vol des Oiseaux.

R. En volant, ils se dilatent la poitrine par une plus grande quantité d'air qui y entre ; ils étendent les ailes, la queue, augmentent leur volume, & diminuent par conséquent leur pésanteur respective. L'air frappé de leurs ailes, devient un point fixe par lequel ils se procurent du mouvement pour monter, pour descendre, ou pour avancer.

D. Pourquoi un Tonneau plein & percé par le bas seulement, ne s'écoule-t-il point, à moins que le trou ne soit fort grand ?

Pourquoi un Tonneau plein & percé par le bas ne s'écoule pas, si le trou n'est fort grand.

R. C'est que l'air par son poids soutient la Liqueur qui tend à sortir, & qui pese moins que lui, parce qu'elle n'a point une hauteur suffisante; mais si l'on fait une ouverture à la partie supérieure du Tonneau, l'air qui pese sur la Liqueur par ce nouveau trou, fait autant d'effort pour la chasser de haut en-bas, qu'une colonne d'air sembla-

ble en fait pour l'empêcher de fortir par en-bas, & alors cette Liqueur s'écoule par fon propre poids.

Pourquoi quantité d'Animaux ont plus de facilité à nager que l'Homme.

D. Pourquoi quantité d'Animaux, & furtout les Quadrupèdes, ont-ils plus de facilité à nager que l'Homme?

R. Lorsqu'un Quadrupède nage, il peut tenir fa tête hors de l'eau fans faire un grand effort; mais dans l'Homme, ce qui fe plonge le prémier, eft vers la tête; & même quand il nage affez pour ne point aller à fond, il ne laiffe pas d'être obligé de faire des efforts pour éviter d'avoir le vifage dans l'eau. Mr. Bazin, Docteur en Médecine à Strasbourg, Correfpondant de Mr. de Réaumur & Auteur de plufieurs Ouvrages de Phyfique, a fait imprimer en 1741 un Volume in 8, dans lequel on trouve une Differtation fort curieufe fur la différence qu'il y a entre l'Homme & les Bêtes, par rapport à la facilité de nager.



CHA-

CHAPITRE XXXVIII.

Expériences ſur le mouvement des Fluïdes, la péſanteur des Liquides, leur équilibre, leur action ſur les Corps, avec la deſcription des principales Machines qui y ont raport, pour ſervir de ſuite au Chapitre précédent.

D. POur mieux comprendre tout ce qui a raport à l'Hydraulique & à l'Hydroſtatique, donnez-moi, je vous prie, la deſcription des principales Machines qui ont raport à ces Sciences, & joignez-y l'explication des effets qu'elles produiſent. Machines hydrauliques.

R. Voici deux Tuyaux recourbés différemment, auxquels on donne le nom de Siphons. Plongez dans de l'eau contenue dans le Vaiſſeau A, le bout *a* du Tuyau recourbé *a* S *b*, de façon que le bout *b*, qui eſt hors du Vaiſſeau, ſoit plus bas que la ſuperficie de l'eau. Sucez le Tuyau pour en tirer l'air, & l'eau s'écoulera par l'ouverture *b*. Siphons, & leurs effets. Planche XIV. Fig. 2.

Dans cette expérience, l'air preſſant ſur la ſuperficie de l'eau contenue dans le Vaiſſeau A, la fait monter dans le Siphon. L'air preſſant auſſi ſur l'eau qui ſort par *b*, la ſoutient. Ces preſſions ſont égales, & agiſſent en ſens contraire dans la partie ſupérieure du Siphon, où elles ſont égales à la preſſion de l'Atmoſphère, moins les poids des colonnes d'eau ſoutenues par les preſſions. La colonne d'eau de la branche S *b* a plus de hauteur que l'autre colonne; ain- Raiſon de ces effets.

Planche XIV. Fig. 2.

si la pression de l'air en *b* S, ayant un plus grand poids à soutenir, & étant par conséquent surmontée par la pression opposée, l'eau doit couler vers *b*.

Le Siphon *a* S *b* a ceci d'incommode, que si l'eau cesse de couler, on ne peut la remettre en mouvement qu'en tirant de nouveau l'air du Tuyau; & c'est pour corriger ce défaut, qu'on supplée au Tuyau *a* S *b* le Siphon *d* R *e*, dont les branches sont égales & recourbées, ce qui l'empêche de se vuider quand l'eau cesse de couler. Si l'on plonge dans l'eau la branche *d* de ce Siphon, ensorte que l'eau soit élevée au dessus de l'ouverture de cette branche, l'eau coulera par l'autre branche *e*, par la raison qu'on vient de donner dans l'expérience précédente.

Machine pour élever l'eau dans un Réservoir. Fig. 3.

D. De quelle Machine peut-on se servir pour élever l'eau dans un Réservoir?

R. En voici une, composée de deux Boules de verre H & I, jointes ensemble par le Tuyau de cuivre C D E. La Boule I communique par le Tuyau A B, avec l'eau qu'il faut élever, & qui est contenue dans le Vaisseau V. Au bas de la Boule H on adapte le Tuyau F G, qui est de même longueur que le Tuyau A B. On remplit d'eau la Boule H avec l'Entonnoir L, qu'on bouche ensuite. Pour se servir de ces sortes de Machines, on fait passer l'eau du Réservoir dans le Vaisseau H, &, par le moyen d'un Robinet, on bouche ensuite la communication entre ce Vaisseau & le Réservoir. En ouvrant le Robinet G, l'eau en coule, & celle qui est dans V monte par le Tuyau A B dans le Vaisseau I. Quand ce Vaisseau est plein, on peut con-

duire

duire l'eau où l'on veut, & en répétant la même opération on en fait monter de nouvelle.

Planche XIV. Fig. 3.

Explication des effets de cette Machine.

Veut-on savoir comment tout cela se fait ; en voici l'explication. Dès que le Robinet G est ouvert, l'eau, qui sort du Tuyau FG, soutient la pression de toute l'Atmosphère. L'air agit aussi sur la superficie de l'eau du Vaisseau V, & soutient l'eau du Tuyau AB. Comme ces deux pressions sont égales, si l'on en retranche les colonnes d'eau qu'elles soutiennent, on a les forces avec lesquelles l'air est pressé dans les parties supérieures des Vaisseaux entre lesquelles il y a communication par le Tuyau CDE. La colonne FG, à laquelle est ajoutée la hauteur de l'eau du Vaisseau H, est plus grande que celle du Tuyau AB, & par conséquent la pression en G éprouvant une plus grande diminution que l'autre, en est surmontée. Il faut donc que l'eau monte par le Tuyau AB, & qu'elle descende par FG.

Pompe aspirante pour élever l'eau d'un Puits.

D. Comment fait-on une Pompe aspirante, par le moyen de laquelle on puisse élever en-haut l'eau d'un Puits ou autre lieu bas & profond ?

Fig. 4.

R. Plantez perpendiculairement dans l'eau un Tuyau de bois ABCD. Mettez au bas de ce Tuyau une Soupape I, qui ne puisse s'ouvrir que par le haut. Attachez à la Verge de fer EL le Piston creux LK, qui soit assez gros pour remplir exactement le dedans du corps du Tuyau, ensorte que l'eau ne puisse point passer entre-deux. Faites une autre Soupape au dessus en L. Si vous haussez & baissez le Piston dans le

Planche XIV. Fig. 4.

Tuyau, l'eau montera jusqu'au haut du Tuyau.

Explication de l'effet de cette Pompe.

L'effet de cette Pompe est facile à comprendre. En haussant le Piston, il laisse un espace vuide d'air dans le Tuyau, & l'air pressant l'eau, elle est obligée de monter dans le Tuyau pour remplir ce vuide, & leve en montant la Soupape I. Le Piston étant une seconde fois baissé, la Soupape inférieure I se ferme, & celle qui est au-dessus, L, doit s'ouvrir & laisser monter l'eau. Ainsi en réïtérant les mouvemens du Piston, l'eau doit monter jusqu'en MH & se répandre. Les Soupapes les plus simples sont rondes & faites de cuir; on les attache par leurs anses à l'ouverture du Piston.

Pompe de verre qui représente les Pompes ordinaires. Fig. 5.

Voici la description d'une Pompe de verre, qui peut servir à mettre devant les yeux l'action & l'effet des Pompes ordinaires. AB est un Cilindre de verre, au fond duquel est joint un Tuyau CD, dont l'ouverture supérieure est fermée par une Balle de plomb, ensorte que l'eau ne puisse point sortir du Cilindre, mais puisse y monter, en élevant la Balle, qui tient ici lieu de Soupape. Un piston, entouré de cuir, est mobile dans le Cilindre, & en remplit exactement la capacité. Ce Piston est percé d'un trou, qui est aussi fermé par une Balle, qui fait l'office de Soupape, de manière que l'eau peut monter, mais non pas descendre par le Piston.

Lorsqu'on a appliqué le Piston au fond du Cilindre, on couvre d'eau la partie supérieure du Piston, afin de boucher tout passage à l'air. Si ensuite on plonge dans l'eau le bout D du Tuyau CD, & qu'on

élève

élève le Piston, l'eau monte dans le Cilindre AB, dont elle ne sauroit sortir par en-bas; ainsi il faut qu'elle passe par le Piston quand on l'abaisse. En élevant derechef le Piston, de nouvelle eau monte dans le Cilindre, & celle qui y étoit, entre dans le petit Réservoir de bois F adapté au Cilindre, d'où elle s'écoule par le Tuyau G. Planche XIV. Fig. 5.

D. Comment fait-on cette espèce de Pompe, qu'on nomme Pompe foulante, dont l'usage est de pousser l'eau fort haut pour éteindre le feu, ou pour quelque autre usage? Pompe foulante pour éteindre le feu.

R. Faites deux Cilindres de laiton ABCD, au fond desquels DC vous mettrez des Soupapes. Soudez à chacun un Tuyau garni de Soupapes en H & en I, qui s'ouvrent en-haut. Mettez dans l'un & dans l'autre un Piston K, qui en remplisse exactement la cavité, pour que l'eau ne puisse passer entre-deux. Quand on hausse le Piston, la Soupape qui est au fond, s'ouvre, & l'air extérieur pousse l'eau dans le Cilindre; mais lorsquon baisse le Piston, la Soupape L se referme, & l'eau est chassée par le Tuyau qui est à côté; elle ouvre les Soupapes IH, & monte plus haut que le Tuyau N. Fig. 6.

On peut faire encore une Soupape de cette façon. Faites par le moyen du Tour un trou A, en forme de Cone tronqué, au bas du Cilindre C, & placez-y un Cone tronqué de laiton travaillé au Tour B, & armé d'un Cloud ou Cheville D, qui l'empêche de tourner. Fig. 7.

Pour faire une Pompe, d'où l'eau coule sans cesse & avec vitesse, on ajuste deux Cilindres avec leurs Pistons, de manière

que l'un monte quand l'autre baiſſe; & par ce moyen l'eau monte ſans interruption. On ſe ſert de cette Machine pour éteindre le feu dans les incendies.

Les Liqueurs homogènes peſent dans la maſſe dont elles ſont partie, ou dans leur élément.

D. Les Liqueurs homogènes peſent-elles dans la maſſe quelles compoſent, ou, comme diſent quelques Phyſiciens, dans leur propre élément?

R. Il y en a qui prétendent que non; ils diſent qu'elles n'ont plus alors de péſanteur abſolue, & qu'elles ſont en équilibre entre elles. Mais ſi la maſſe totale peſe, ſi elle peſe par elle-même, comme on ne ſauroit en douter, pourquoi les parties qui la compoſent ne peſeroient-elles pas? Une certaine quantité d'eau, par exemple, n'eſt-elle pas encore peſante, quand elle eſt mêlée avec d'autre eau, ou ne contribue-t-elle point au poids de la maſſe dont elle fait partie? Il ne faut pas en douter, & en voici la preuve.

Expérience qui le prouve. Planche XIV. Fig. 8.

Soit un Fleau de Balance, qui tient en équilibre dans un Vaſe plein d'eau, une petite Bouteille de verre *a*, fort épaiſſe, vuide & bouchée. Auſſitôt qu'on débouche la Bouteille, elle s'emplit d'eau, & elle va au fond du Vaſe.

Puisque la Bouteille, en ſe rempliſſant d'eau, enlève le Baſſin qui la ſoutenoit en équilibre, n'eſt-ce pas que cette eau la rend plus peſante qu'elle n'étoit auparavant? Cette portion d'eau peſe donc dans ſon propre élément.

La péſanteur des parties d'une même Liqueur eſt indépen-

D. Les parties d'une même Liqueur exercent-elles leur péſanteur indépendamment les unes des autres?

R. Oui; & cette proprieté leur vient de ce qu'elles n'ont point de cohérence ſenſible,

ble, de ce qu'elles peuvent ſe ſéparer presque ſans effort. Voici comme on le prouve.

dante de la péſanteur des autres parties.

Expérience à ce ſujet. Planche XIV. Fig. 9.

Ayez un grand Vaiſſeau cilindrique de verre, au fond duquel on ait pratiqué un trou & une Virole cilindrique d'un pouce de diamètre, qui ſoit bouché avec un morceau de liège graiſſé; que le canal commencé par la Virole, ſoit continué dans le Vaiſſeau par le Tube de verre A, & que le tout ſoit porté ſur un Trépied R R, au-deſſus d'un Baſſin S, pour recevoir l'eau qui s'écoule.

Verſez de l'eau dans le Tuyau A, & remarquez à quelle hauteur elle eſt, quand ſon poids chaſſe le Bouchon B; ôtez le Tuyau, remettez le Bouchon, empliſſez le Vaſe juſqu'à ce que le Bouchon ſorte de ſa place, & vous obſerverez que l'eau eſt préciſément à la même hauteur qu'elle étoit précédemment dans le Tuyau.

Vous voyez dans cette expérience que le Bouchon B eſt chaſſé de ſa place par le poids de l'eau, & qu'il réſiſte autant lorſqu'on emplit le grand Vaiſſeau, que quand on ne charge que le Tube, pourvu que ce ſoit à même hauteur. La colonne qui peſe ſur le Bouchon, agit donc de même, ſoit qu'on la ſépare du reſte par une enveloppe ſolide, ſoit qu'elle ait communication avec la maſſe totale. Le frottement produit cependant une petite différence, parce que cette réſiſtance eſt plus grande, quand la colonne d'eau ſe meut dans un Tuyau dont la ſurface eſt ſolide, que quand elle n'eſt contenue que par une maſſe d'eau dont les parties ſont roulantes.

D. Pourquoi les Fluïdes exercent-ils leur pé-

Pourquoi les Fluïdes.

exercent leur pésanteur autrement que les Solides. Planche XIV. Fig. 10.

pésanteur autrement que les Solides?

R. Il faut se représenter, comme dans la *Figure* 10, toute la masse d'eau contenue dans le grand Vase A A, divisée en plusieurs colonnes, 1, 2, 3, 4, 5, dont chacune est composée d'un égal nombre de parties. Si le fond du Vaisseau s'ouvre en *a*, la partie inférieure de la colonne 3 n'étant plus soutenue, doit tomber par l'ouverture, & après elle toutes les autres qui sont posées dessus. Cette colonne entière glissera donc de haut en-bas, entre la 2e. & la 4e. qui sont soutenues aux points *b* & *c*. Si la 2e. & la 1re. colonne d'une part, la 4e. & la 5e. de l'autre part, étoient solides ou composées de parties liées, elles subsisteroient, & par la chute de la 3e. il se feroit un vuide entre elles; mais comme leurs parties sont très petites, très mobiles, dès que le haut de la 3e. colonne vient à descendre, & qu'elles cessent d'être soutenues en cet endroit, elles s'écroulent à proportion de l'écoulement.

Changemens que la Fluidité apporte aux effets de la pésanteur. Fig. 9.

Rien ne prouve mieux que l'exemple suivant, combien la fluïdité des Corps apporte de changement aux effets de leur pésanteur. Si l'on tiroit avec un fil, ou qu'on poussât de bas en-haut le Bouchon qui est au dessus de B dans la *Figure* 9, on n'auroit à soulever que le poids de la colonne dont il est la base, parce que cette portion d'eau étant indépendante du reste, peut se mouvoir librement dans la masse. Mais si cette masse venoit à se convertir en glace, la main qui soutiendroit la colonne qui répond au Bouchon, auroit à porter tout ce qui est contenu dans le Vaisseau.

Si les Liqueurs

D. Les Liqueurs exercent-elles leur pésan-

ſanteur en toutes ſortes de ſens, c'eſt-à-dire, de haut en-bas, latéralement, & de bas en-haut?

exercent leur péſanteur en toutes ſortes de ſens.

R. Cette queſtion à laquelle nous avons déja répondu en peu de mots, mérite d'être aprofondie, & demande pour être bien éclaircie, que nous ayons recours à quelques expériences.

On conçoit aiſément que les Liquides peſent de haut en-bas, puiſqu'ils ſont compoſés de parties qui participent à la gravité, qui eſt commune à tous les Corps. Ils tendent auſſi à s'élever de bas en-haut, lorſqu'ils communiquent avec des quantités plus hautes, & par-là plus peſantes qu'eux; mais cette tendance de bas en-haut ne vient point de la nature des Liquides, elle eſt cauſée par la preſſion des colonnes ſupérieures qui agiſſent avec avantage de haut en-bas.

Comment ſe fait la preſſion latérale.

La preſſion latérale eſt ce qu'il y a ici de plus difficile à comprendre. Voici cependant un exemple à l'aide duquel on peut s'en former une idée.

Planche XIV. Fig. 11.

Le plus ſouvent une colonne exerce ſa preſſion entre deux autres, & tend par conſéquent à les écarter, comme dans la *Figure* 11, où la preſſion perpendiculaire, qui ſe fait vis-à-vis du point *d*, eſt tranſportée par les colonnes latérales vers les côtés *e*, *f*, du Vaſe. De la même maniére, quand la colonne *df* agit contre les deux parties *g*, *b*, la prémière fait une réſiſtance ſuffiſante à cauſe des parois du Vaſe qui l'appuient: mais la partie *b* ſouffre un effort qui la ſoulève de bas en-haut, & qui aura ſon effet, à moins qu'une colonne égale à *ik*, ou quelque choſe d'équiva-

lent, ne pese dessus pour la contenir.

Expériences qui prouvent la gravitation des Liqueurs en tous sens

Pour prouver la gravitation des Liqueurs en tous sens, il suffit de faire attention aux effets des deux expériences suivantes.

Première Expérience. Planche XIV. Fig. 12.

Dans un grand Vase plein d'eau colorée, on plonge successivement trois Tubes colorés, de 6 à 7 lignes de diamètre, ouverts des deux bouts, mais dont on tient le haut bout bouché avec le pouce pendant le tems de l'immersion. Quand on débouche ces Tubes en ôtant le pouce, l'eau s'élève dedans à la même hauteur où elle est dans le grand Vase, quelque figure qu'aient les Tubes, parce que l'air cessant d'être appuié à l'orifice supérieur, ne fait plus un obstacle invincible à l'eau, qui est alors portée dans les Tubes par le poids de celle qui reste dans le Vase.

Lorsque le Tube C est plongé, l'eau par sa pésanteur naturelle tombe de D en E, & coule d'E en F, parce que cette partie du Tube forme un plan incliné. L'effet en demeureroit là, s'il y avoit en F un obstacle invincible, ou que ce qui est contenu dans la sinuosité EF, ne pût s'y mouvoir facilement. Mais c'est un Fluïde pressé par la colonne GD, qui répond perpendiculairement à l'orifice du Tube, & qui est continuée jusqu'en E ; l'eau s'élève donc dans la branche CF, non par une tendance réelle de bas en-haut, mais parce qu'elle obéit au poids d'une colonne GE, qui pese de haut en bas ; & elle continue de s'élever jusqu'en *c*, c'est-à-dire, jusqu'à la hauteur où elle est en équilibre avec GE qui la pousse.

En quelque endroit du Vase que l'on plonge le Tube H, son orifice inférieur de quel-

quelque côté qu'il se présente, reçoit toujours un volume d'eau pressé latéralement par la colonne perpendiculaire à laquelle il répond, & qui porteroit son effort contre la paroi du Vase, comme on le voit en *e* & en *f* de la *Figure* 11; ainsi l'eau étant poussée dans l'orifice I avec une pression égale au poids de la colonne IK, elle s'élève à la même hauteur dans le Tuyau. Planche XIV. Fig. 12.

Si le Tube n'est point recourbé, & qu'il se présente comme LM, dans l'instant où il est débouché par le haut, l'eau qui se présente à son orifice M, est dans le cas du globule *b* de la *Figure* 11, appuiée sur la colonne perpendiculaire M *k*, par les colonnes latérales *lo*, *lo*, qui ont leur point d'appui contre les parois du Vase, & pressée par le poids des colonnes voisines *no*, *no*; elle est donc obligée de s'échaper par le Tube où elle trouve moins de résistance, jusqu'à ce que son propre poids augmentant avec sa hauteur, soit enfin égal à celui qui la force.

L'expérience suivante prouve la même chose, & s'explique de même que la précédente. PQ sont deux Viroles de même largeur que celle qui est en B, & propres à recevoir le même bouchon; mais quand il est placé à l'une des trois Viroles, il faut que les deux autres soient fortement bouchées. A telle Virole que soit placé le bouchon mobile, il cède toujours à l'effort de l'eau qu'on verse dans le Vase, quand elle parvient à une même hauteur. Dans cette expérience, l'effort que l'eau fait perpendiculairement, en pesant sur le fond du Vase, se distribue contre les parois mêmes, & en toutes sortes de sens, à cause de la mo- Seconde Expérience. Fig 9.

mobilité de la figure, & de la petitesse des parties.

Observations qui prouvent la pression latérale des Fluïdes.

Une infinité d'observations prouve la pression latérale des Fluïdes. Un pot, une bouteille inclinée, un tonneau que l'on met en perce, ne se vuideroient jamais, si la Liqueur qu'ils contiennent ne les pressoit que de haut en-bas, à la manière des Corps solides. Un navire percé d'un coup de canon, fait eau par le côté, & risque de se perdre, comme si le mal étoit au fond vers la quille; l'eau y entre avec d'autant plus de vitesse, que la Mer a plus de hauteur au-dessus du trou. L'usage des Digues n'est-il pas de s'opposer à la pression latérale des eaux?

Toutes les parties d'une même Liqueur sont en équilibre entre elles.

D. Toutes les parties d'une même Liqueur sont-elles en équilibre entre elles, soit dans un seul Vaisseau, soit dans plusieurs qui communiquent ensemble?

R. Si l'on entend par le mot de parties, des volumes égaux & en tout semblables, il doit y avoir équilibre entre elles, ou elles se meuvent jusqu'à ce qu'elles soient parvenues à cet état. Comme elles ont des forces égales, les couches supérieures ne peuvent déplacer celles qui sont au-dessous, parce que celles-ci ont autant de force pour rester où elles sont, que celles-là peuvent en employer pour les déplacer.

Expérience qui le prouve. Planche XV. Fig. 1.

Versez de l'eau colorée ou du vin dans un Siphon renversé, & posez le support sur un plan bien horizontal, la Liqueur s'élevera également dans les deux branches en même tems. La partie inférieure du Siphon étant pleine, s'il s'élève dans l'une des deux branches une colonne de Liqueur comme AB, son poids s'exerce sur la par-


Fig: 1.
Fig: 2.
Fig: 3.
Fig: 4.
Fig: 5.
Fig: 6.
Fig: 7.
Fig: 8.
Fig: 9.
Fig: 10.
Fig: 11.
Fig: 12.
Fig: 13.
Fig: 14.
Fig: 15.
Fig: 16.
Fig: 17.
Fig: 18.

tie BC qui eſt mobile, la ſollicite à s'éle-ver dans l'autre branche, & cet effort eſt vaincu par le poids d'une colonne ſemblable CD; ainſi, puiſque CD & AB qui ſont de même longueur, ſe ſoutiennent mutuellement, on peut conclure que les parties ſemblables d'une même Liqueur ſont en équilibre.

Planche XV. Fig. 1.

Autre expérience ſur le même ſujet. Fig. 2.

Le Canal EF, par le moyen d'un Robinet qui eſt au milieu, ouvre une communication entre le grand Vaiſſeau GH, & le Tuyau montant EI. Ce Tuyau eſt ajuſté en E, de façon qu'on peut mettre en ſa place un autre Tuyau K, qui s'élève obliquement, ou L qui a pluſieurs ſinuoſités, & l'on emplit le grand Vaſe juſqu'en GH, avec une Liqueur colorée. Dès qu'on a tourné le Robinet pour ouvrir la communication entre le grand Vaiſſeau GH, & le Tuyau montant EI, la Liqueur s'élève juſqu'en I; & cet effet eſt toujours le même, ſoit que le Tuyau ſoit droit & perpendiculaire, ſoit qu'il ſoit oblique ou tortu. Cette expérience prouve la même choſe que la précédente.

La ſurface des eaux qui a beaucoup d'étendue, eſt convèxe.

La ſurface des Liqueurs eſt, comme on l'a remarqué ci-deſſus, un plan horizontal. Mais ce plan n'eſt tel que pour nos ſens; car lorſque la ſurface des eaux a beaucoup d'étendue, il eſt démontré par le même principe qu'elle eſt convèxe. C'eſt en effet ce que prouve l'expérience. Quand on eſt ſur Mer, on apperçoit les mâts d'un Vaiſſeau qui aborde, A, avant qu'on puiſſe voir le corps du Bâtiment; comme auſſi en approchant d'une Ville, B, on découvre les clochers & les toits, avant que d'appercevoir le rez-de-chauſſée des maiſons. La raiſon

Fig. 3.

Convéxité de la surface de la Mer.

en eſt, que nous ne pouvons voir qu'en ligne droite, & que la convéxité de la Mer interromt le rayon viſuel qui vient du corps du Vaiſſeau à l'œil du Spectateur, à une diſtance où le rayon qui vient du mât eſt libre.

Planche XV. Fig. 4.

Si les colonnes d'eau qui compoſent la Mer, en vertu de leur péſanteur égale, doivent avoir leurs extrémités ſupérieures, *a*, *b*, *c*, également diſtantes du centre de la Terre *d*, qui eſt le centre commun de tous les Corps graves, elles ne peuvent pas ſe ranger dans un plan repréſenté par la ligne *ef*, il faut néceſſairement qu'elles compoſent une ſurface convèxe, qui ait ſon centre en *d*.

Manière dont les Liqueurs exercent leur preſſion.

D. Comment les Liqueurs exercent-elles leur preſſion tant perpendiculaire que latérale?

R. Elles l'exercent non en raiſon de leur quantité, mais en raiſon de leur hauteur au-deſſus du plan horizontal, & de la largeur de la baſe qui s'oppoſe à leur chute: c'eſt-à-dire que ſi l'on conſerve la hauteur & le fond du Vaiſſeau toujours les mêmes, on pourra changer indifféremment ſa forme & ſa capacité; deſorte qu'une certaine quantité d'eau, par exemple, pourra faire un effort 200 ou 300 fois plus ou moins grand, ſelon la manière dont elle ſera employée: propoſition paradoxe, mais très certaine, & d'autant plus importante, qu'elle influe ſur preſque toutes les Machines hydrauliques.

Expérience à ce ſujet. Fig 5.

Cette propoſition ſe prouve par l'expérience ſuivante. Sur les deux petits côtés de la Cuvette AB, s'élèvent deux Montans AC, BD, creuſés par dedans en couliſſes,

lisses, pour recevoir les deux pieds de la Pièce EF, qui, par ce moyen, hausse & baisse, & se fixe où l'on veut avec les deux Vis C, D. En E & en F sont deux petits Piliers ouverts par le haut en fourchettes, pour recevoir deux Léviers G, H, terminés de part & d'autre par deux portions de Poulies, dont les gorges ont pour centre celui du mouvement dans la fourchette. Planche XV. Fig. 5.

Au fond de la Cuvette est attaché un Trépied de fer, qui porte un Cilindre creux de métal IK, dans lequel glisse un Piston, qui a peu de frottement. Ces deux Pièces ensemble sont représentées par la *Figure* 6. Fig. 6. Le Cilindre reçoit à vis plusieurs Vaisseaux de verre, représentés par les *Figures* 5, 7, Fig. 5, 7, 8. 8, garnis par le bas d'une Virole de cuivre, & par le haut, d'une large Cuvette. La hauteur de tous ces Vaisseaux est égale, mais leurs figures & leurs capacités sont fort différentes.

Quand un de ces Vaisseaux est adapté au Cilindre, comme dans la *Figure* 5, deux Fig. 5. Poids L, M, qui tirent sur les Léviers, tendent à élever perpendiculairement le Piston, par le moyen d'une Verge de métal N, & d'un double Cordon attaché en G & en H, & qui traverse une Mortaise pratiquée à la Pièce EF.

La *Figure* 9 représente une espèce de Fig. 9. Lanterne cubique de métal, garnie de glaces, à laquelle s'ajuste le Cilindre de la *Figure* 6, & quelqu'un des Vaisseaux de verre dont on vient de parler. Au fond de la Lanterne est fixée une Poulie O, qui renvoie un bout de chaîne du Piston à la Tige N de la *Figure* 5, desorte que cette Fig. 5. Piè-

Planche XV. Fig. 5. Pièce étant placée sur le Trépied dans la Cuvette, le jeu des Léviers fait mouvoir le Piston dans une direction horizontale.

Les Poids L & M sont deux petits Sceaux, ou deux Bassins de Balance; & l'on a pratiqué en K un Robinet pour l'écoulement de l'eau.

Si l'on remplit d'eau le Vaisseau cilindrique, quand il est monté à la Machine, comme dans la *Figure* 5, & que les Poids L, M, soient tels, qu'ils enlèvent à peine le Piston; le même effet subsiste, quoiqu'on
Fig. 7. 8. substitue à ce Vaisseau ceux des *Figure* 7 & 8, dont les capacités sont très différentes. Les mêmes Poids sont encore nécessaires & suffisans, si l'on place sur le Trépied les
Fig. 9. Pièces représentées par la *Figure* 9, & que l'on mette de l'eau à la même hauteur que dans les expériences précédentes, à compter du dessous de la Poulie O.

Effets surprenans de ces expériences. Comme on n'est pas obligé d'augmenter, & qu'on ne peut pas non plus diminuer les Poids, lorsqu'on emploie le plus grand ou le plus petit des trois Vaisseaux, pourvu que l'eau soit toujours à même hauteur; c'est donc que les Liquides ne pesent pas sur le fond de leur Vase en raison de la quantité, mais selon la largeur de ce fond, & leur hauteur perpendiculaire. Et puisqu'il faut aussi, pour tirer le Piston horizontalement, autant de force que pour soulever la même quantité d'eau dans une direction verticale, c'est une preuve que la pression latérale des Liqueurs équivaut à celle qui se fait perpendiculairement à même hauteur.

Cause de ces effets, & leur ex- Pour expliquer ces faits surprenans, examinons comment la chose se passe dans

cha-

chacun des Vaiſſeaux. La maſſe cilindrique d'eau, qui eſt dans le Vaiſſeau IKN, peut être conſiderée ou comme un faiſceau de petites colonnes contenues ſous une enveloppe commune, ou comme des tranches orbiculaires poſées en pile les unes ſur les autres; voyez la *Figure* 10. De quelque façon qu'on la conſidère, il eſt évident que la baſe *ab* eſt chargée de la ſomme totale, ou des colonnes ou des tranches, & que ſi l'on connoit ſeulement le poids d'une d'entre elles, on ſaura le poids de toute la maſſe, parce que la largeur de la baſe donne le nombre des colonnes, ou bien la hauteur de l'eau au-deſſus de la baſe détermine celui des tranches. D'où il ſuit que, dans un Vaiſſeau cilindrique poſé perpendiculairement à l'horizon, les Liqueurs, eu égard à la baſe, ne peſent pas autrement que les Solides. plication. Planche XV. Fig. 5. Fig. 10.

Dans le Vaſe repréſenté par la *Figure* 8, dont la coupe ſelon l'axe, ſe voit en la *Figure* 11, il eſt encore facile de voir que la baſe *cd* ne porte que les colonnes qui repoſent perpendiculairement deſſus, les autres étant ſoutenues par les parois, comme par des plans inclinés. Si *cd* eſt égal à *ab* de la *Figure* 10, il eſt donc viſible que ces deux baſes ſont également chargées. La fluïdité fait ici quelque choſe; car c'eſt parce que la partie *cefd* peut ſe mouvoir, & exercer ſa péſanteur indépendamment du reſte de la maſſe, qu'elle charge la baſe de ſon poids. Si cette maſſe totale étoit compoſée de tranches orbiculaires, mais ſolides, comme *gb*, *ik*, &c. elle ſeroit toute ſoutenue ſur les côtés du Vaſe, & le fond Fig. 8. Fig. 11.

cd ne porteroit que la dernière tranche infiniment mince.

Planche XV. Fig. 7. Fig. 12.

D. Mais comment la base du Vase de la *Figure* 7 est-elle aussi chargée que celle des deux autres? Puisqu'il n'y a que la petite colonne *nn Figure* 12, qui ait toute sa hauteur, les parties voisines *oo* doivent-elles être également comprimées?

R. Voici la réponse à cette question. Que ces parties du Vase soient pressées, cela s'entend facilement, puisqu'elles portent une partie du Fluïde qui est pesant; & on a expliqué comment non seulement celles-ci, mais encore toutes les autres *pp*, *qq*, participent à cette pression; mais qu'elles soient autant pressées que la partie *n*, c'est ce qu'on a peine à concevoir.

On voit bien que la colonne *nn* doit communiquer sa pression en *o* & en *q*, par les globules qu'elle tend à écarter; mais comme la force avec laquelle elle agit sur ces deux parties, a une direction oblique sur l'une & sur l'autre, & qu'une force qui s'exerce obliquement, n'est point égale à celle qui est directe, il semble que la pression en *p* & en *q* ne peut jamais égaler celle qui se fait en *n*. Il faut convenir que cette égalité n'est pas démontrée à la rigueur; mais l'expérience n'y laisse appercevoir aucune différence, & l'on conçoit que celle qui peut y être, est infiniment petite, si l'on considère, 1. que les molécules des Corps liquides sont très petites, & 2. qu'elles ne se touchent point d'aussi près, que quand les causes de la liquidité viennent à cesser.

Avec ces deux principes on peut rendre rai-

raison du fait en question; car ces molécules étant infiniment petites, quand bien même elles ne seroient qu'infiniment peu écartées les unes des autres, comme dans la *Figure* 13, l'action d'une de ces molécules poussées entre deux autres, devient infiniment peu oblique, c'est-à-dire presque directe, comme dans la *Figure* 14. Ce qui rend cette idée vraisemblable, c'est que la pression latérale est bien moins grande dans les Fluïdes grossiers, comme le sable, & qu'elle diminue & cesse entierement dans les matières qui passent de l'état de Liqueurs à celui de Corps solides, parce qu'alors les parties se raprochent & se pelotonnent.

Planche XV. Fig. 13 & 14.

D. La différence du poids, ou de la densité, suffit-elle pour séparer les parties de deux Liqueurs qu'on a mêlées ensemble?

Séparation de deux Liqueurs, comme du Vin & de l'Eau, mêlées ensemble. Fig. 15.

R. Oui, pourvu que d'autres causes plus fortes n'empêchent cet effet. C'est ce que prouve l'expérience suivante. Dans un Vase de verre divisé en deux parties, qui communiquent par un petit canal d'une ligne & demie de diamètre, il faut mettre d'abord du Vin rouge jusqu'en A, ensuite achever de l'emplir avec de l'Eau, & l'exposer en quelque endroit où il ne soit point agité. De l'extrémité du canal A on voit aussitôt s'élever une petite colonne de Vin, qui se repand ensuite sur la superficie de l'Eau; & peu à peu tout le Vin passe ainsi à la place de l'Eau, & celle-ci à la place du Vin.

Dans cette expérience les particules de l'Eau descendent, parce qu'étant plus pesantes que celles du Vin, elles font plus d'effort pour occuper le fond du Vase, que cel-

Raison de ce phénomène.

celles-ci n'ont de force pour leur résister.

Séparation de 5 différens Fluïdes. Planche XV. Fig. 16.

Autre expérience qui prouve la même chose. Soit une Phiole cilindrique, qui contient 5 Fluïdes différens, 1. du Mercure, 2. de l'Huile de Tartre, 3. de l'Esprit-de-Vin, 4. de l'Esprit de Térébentine, 5. de l'Air. Quand le Vase est en repos, toutes ces matières occupent les places qui conviennent à leur pésanteur spécifique. Le Mercure se tient au fond, l'Huile de Tartre immédiatement au-dessus, après celle-ci l'Esprit-de-Vin, l'Esprit de Térébentine, & l'Air au-dessus de tout.

Comment deux Liqueurs de densités différentes peuvent être en équilibre.

D. Dans quel cas deux Liqueurs de densités différentes peuvent-elles être en équilibre?

R. L'équilibre a lieu lorsque ces Liqueurs ayant la même base, leurs hauteurs perpendiculaires à l'horizon sont en raison réciproque de leurs densités ou pésanteurs spécifiques. Voici une expérience qui le prouve.

Fig. 17.

Versez dans le Siphon renversé ECD, du Mercure, jusqu'à ce que la surface de part & d'autre soit d'une demi-graduation plus élevée que la ligne CD; après quoi versez de l'Eau dans la branche CE. Lorsque la colonne d'Eau mesure 14 graduations, le Mercure se trouve d'une graduation plus élevé dans la branche D, que dans l'autre.

On sait que le poids de l'Eau est à celui du Mercure, comme 1 est à 14; les hauteurs de ces deux Liqueurs en équilibre, sont donc en raison réciproque des densités, puisque l'Eau se tient 14 fois aussi haute, comme le Mercure est 14 fois aussi pesant. Cette vérité étant une fois connue, il est toujours aisé de savoir le rapport des densi-

denſités de pluſieurs Liqueurs, en comparant ainſi leurs hauteurs, lorſqu'elles ſont en équilibre.

D. Quelle preſſion éprouve un Corps ſolide plongé dans un Liquide?

Preſſion qu'éprouve un Corps ſolide plongé dans un Liquide.

R. Un Corps ſolide entierement plongé, eſt comprimé de tous côtés par la Liqueur qui l'entoure; & la preſſion qu'il éprouve, eſt d'autant plus grande, que la Liqueur a plus de denſité, & qu'il eſt plus profondément plongé. C'eſt ce que prouve l'expérience ſuivante.

Expérience à ce ſujet. Planche XV. Fig. 18.

Plongez dans un grand Vaſe plein d'eau claire, A, une petite Veſſie remplie d'eau colorée, & liée à un Tube de verre B, qui eſt ouvert par les deux bouts. Quand la Veſſie eſt entierement plongée, l'eau colorée commence à monter dans le Tube, & elle s'y élève de plus en plus, à meſure que l'on plonge plus avant, de manière qu'elle eſt toujours auſſi haute que la ſuperficie de l'eau contenue dans le grand Vaſe.

Cauſe de cette preſſion.

Pourquoi l'eau colorée s'élève-t-elle dans le Tube pendant l'immerſion? N'eſt-ce pas parce que la Veſſie eſt comprimée, & que ſa capacité eſt diminuée. La compreſſion augmente d'autant plus, que la Veſſie eſt plongée plus avant: marque certaine, que la preſſion de l'eau, qui produit cet effet, augmente auſſi; & il faut bien qu'elle augmente, puiſque le corps plongé ſe trouve alors chargé de colonnes plus hautes. L'eau colorée s'élève dans le Tube, à meſure qu'il s'avance vers le fond, mais jamais elle n'excède la ſuperficie de l'eau du Vaſe, parce que les deux Liqueurs étant de même denſité, quand elles ſe mettent en équilibre, leurs hauteurs doivent être égales.

Cause de la chute d'un Corps solide au fond d'un vase plein de Liqueur, & quelle est l'intensité de cette chute.

D. Lorsqu'un Corps solide tombe au fond d'un Vase plein de Liqueur, à quoi doit-on attribuer sa chute; & avec quelle intensité cette chute se fait-elle?

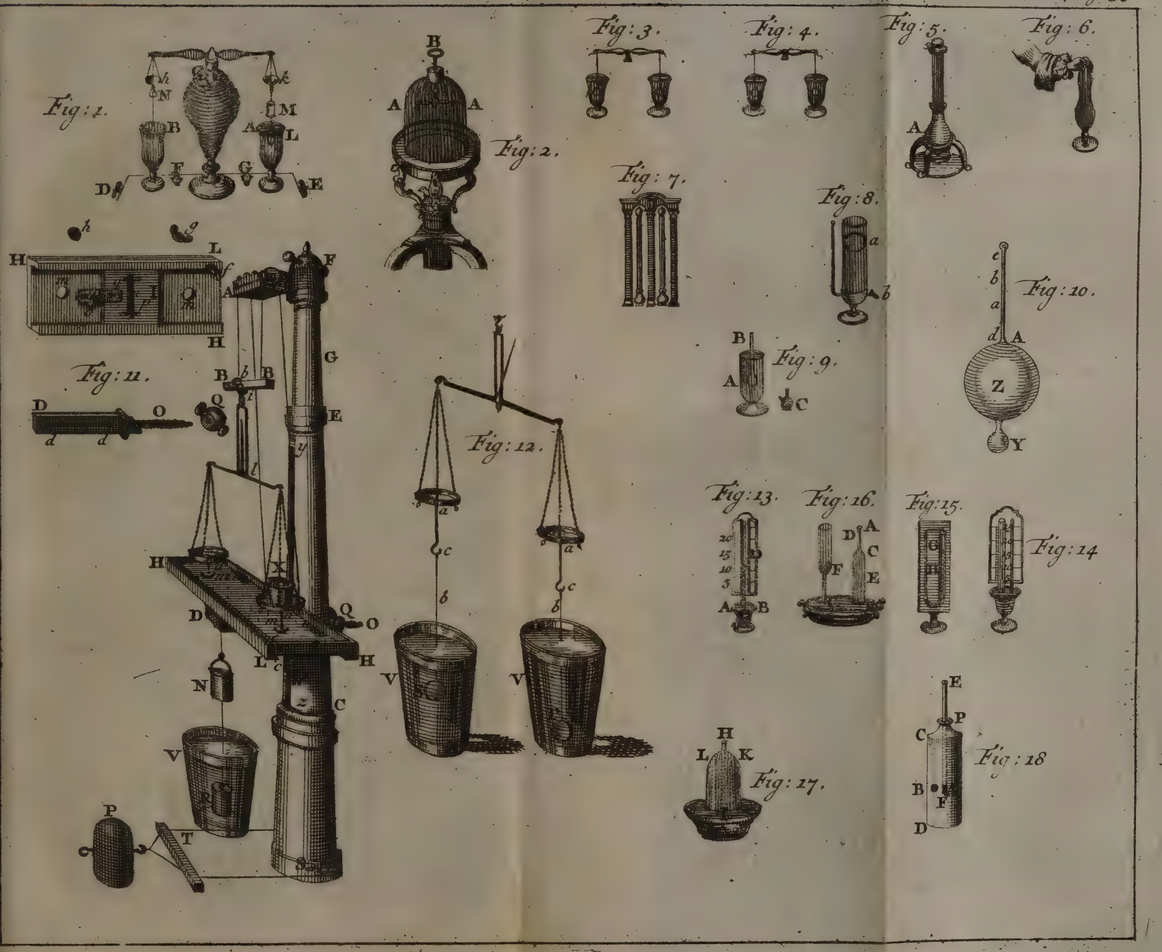
Balance hydrostatique. Planche XVI. Fig. 1.

R. L'expérience suivante servira à éclaircir cette question. Soit une Balance hydrostatique, qui a pour base une Caisse doublée de plomb, mais qui n'est point représentée dans la Figure. Les trois Vaisseaux de verre A, B, C, se montent à vis sur leurs pieds, qui communiquent avec un Canal caché sous le couvercle de la Caisse. Ce Canal est garni de 4 Robinets D, E, F, G, dont les deux derniers ouvrent des communications entre les trois Vases, desorte que celui du milieu étant rempli d'eau, ou de quelque autre Liqueur, ceux des côtés ensemble, ou l'un sans l'autre, peuvent s'emplir par le fond. Les Robinets D, E, servent à évacuer dans la Caisse, les Vases des côtés, & même celui du milieu, si les communications sont ouvertes. Le chapiteau du grand Vase porte un fleau de Balance avec deux petits Bassins, sous lesquels sont deux petits Crochets tournans *b*, *k*, auxquels on suspend les corps qu'on veut peser, dans les Vases des côtés auxquels ils répondent.

Cet Instrument assorti de toutes ses pièces, peut s'employer commodément pour faire toutes les expériences, qui ont raport à cette partie de l'Hydrostatique qui traite de la pésanteur & de l'équilibre des Solides plongés dans les Liquides (*a*).

Lorf-

(*a*) Nous donnerons ci-après à la pag. 403, & *suiv.* la description & la Figure d'une autre sorte de Balance hydrostatique.


Fig: 1.
Fig: 2.
Fig: 3.
Fig: 4.
Fig: 5.
Fig: 6.
Fig: 7.
Fig: 8.
Fig: 9.
Fig: 10.
Fig: 11.
Fig: 12.
Fig: 13.
Fig: 16.
Fig: 15.
Fig: 14
Fig: 17.
Fig: 18

Lorſque le Vaſe B eſt preſque plein d'eau, on y fait plonger une Bille d'yvoire, ſuſpendue par un fil au bras de la Balance, comme dans la *Figure* 2. Si l'on ne met rien dans le Baſſin oppoſé, cette Bille tombe au fond du Vaſe. Si l'on charge le Baſſin oppoſé pour tenir la Bille en équilibre dans l'eau, le poids qu'on emploie eſt toujours beaucoup moindre que celui de la Bille peſée dans l'air. Planche XVI. Fig. 1. Fig. 2.

Dans cette expérience la Bille tient la place d'un volume d'eau; mais comme ce Corps ſolide eſt plus denſe ou plus peſant, l'eau qui eſt deſſous doit ceder, non pas à tout ſon poids, mais à l'excès qu'il a ſur elle: c'eſt-pourquoi, pour empêcher la Bille plongée de tomber au fond, il n'eſt pas beſoin de mettre dans le Baſſin oppoſé, un poids qui ſoit égal au ſien, mais ſeulement une quantité qui égale celle dont l'yvoire ſurpaſſe un pareil volume d'eau.

Un Corps qui s'enfonce ſous l'eau, n'augmente pas en poids par l'accroiſſement de la colonne qu'il laiſſe au-deſſus de lui, puiſque le poids de cette colonne eſt toujours contrebalancé par la réſiſtance de celle qui eſt deſſous, & que cette réſiſtance eſt ſoutenue par la preſſion des colonnes voiſines, qui égalent en hauteur celle qui peſe ſur le Corps plongé. La chute de ce Corps n'eſt donc l'effet que de ſa plus grande quantité de matière, qui lui donne la force de déplacer continuellement une quantité de Liqueur, qui ne lui eſt égale qu'en volume. Jamais un Corps ne tombe avec toute l'intenſité de ſa péſanteur abſolue; car en quelque lieu que ſe faſſe ſa chute, il eſt toujours plongé dans un Milieu matériel,

dont il déplace une volume ſemblable au ſien; ainſi, comme à la Bille de notre expérience, il ne lui réſte, pour ſe porter de haut en-bas, que ſa péſanteur reſpective.

Planche XVI. Fig. 2.

Voici une autre expérience qui confirme la même vérité. Diſpoſez dans un large Récipient, A A, une Balance fort exacte & fort mobile, de manière qu'on puiſſe élever le fleau, en tirant la Tige B. Avant que de faire le Vuide, il faut avoir mis en équilibre une petite Balle de plomb d'une part, & de l'autre une groſſe Boule creuſe de papier.

L'effet qui reſulte delà, c'eſt que la Boule de papier, qui étoit bien en équilibre dans l'air avec la Balle de plomb, ſe trouve plus peſante que cette Balle dans le Vuide. La raiſon en eſt, que la Boule de papier dans l'air n'a que ſa péſanteur reſpective à oppoſer au plomb; au-lieu que dans le Vuide elle jouit de ſa péſanteur abſolue, n'étant ſoutenue ſenſiblement par aucun Fluïde. Or la péſanteur abſolue eſt toujours plus grande que la péſanteur reſpective, puiſque celle-ci n'eſt qu'un reſtant de celle-là.

On répondra que le plomb dans le Vuide revient auſſi à ſa péſanteur abſolue; mais il eſt prouvé que quand des volumes en équilibre diffèrent entre eux, ce qu'ils reprennent de leur péſanteur, quand ils ceſſent d'être plongés, n'eſt point égal de part & d'autre.

Pourquoi on tire facilement un homme hors de l'eau.

Ce qu'on vient de dire peut ſervir à rendre raiſon du fait ſuivant, & de quantité d'autres de même nature. Pourquoi ſauve-t-on ſans peine une perſonne qui eſt en danger de ſe noyer, quand on peut la ſaiſir par la partie la plus fragile de ſes vête-

temens, tandis que pareil ſecours ne ſuffit pas à quelqu'un qui ſeroit prêt de tomber par une fenêtre? C'eſt qu'un homme dans l'eau, n'a quelquefois pas une livre ou deux de péſanteur reſpective, & qu'il en a aſſez ſouvent plus de cent trente dans l'air.

Combien un Corps ſolide plongé dans une Liqueur perd de ſon poids.

D. Combien un Corps ſolide, plongé dans une Liqueur, perd-il de ſon poids?

R. Il en perd autant que peſe le volume de la Liqueur qu'il déplace. Si le volume de la Liqueur déplacé peſe deux onces, & que le corps plongé en peſe quatre, celui-ci perd la moitié de ſon poids, & la force qu'on employera pour l'empêcher de tomber au fond du Vaſe n'aura plus que deux onces à ſoutenir. C'eſt ce que prouve l'expérience ſuivante.

Expérience à ce ſujet. Planche XVI. Fig. 1.

Soit un petit Cilindre de métal L, repréſenté dans le Vaiſſeau de verre A, lequel Cilindre ſoit capable de remplir exactement l'autre petit Vaiſſeau M ſous lequel il eſt ſuſpendu. On attache le tout, on le met en équilibre avec le poids N au fleau de la Balance, & l'on fait venir de l'eau dans le Vaſe A, juſqu'à ce que le petit Cilindre ſoit entierement plongé. Par l'immerſion du Corps L, le poids N devient trop peſant, l'équilibre ceſſe; mais il ſe rétablit, dès qu'on emplit d'eau le petit Vaſe M.

Explication des effets qu'elle produit.

Tout cela s'explique facilement. Dès que le petit Cilindre eſt plongé, il devient trop léger, parce que l'immerſion lui ôte une partie de ſon poids; mais comme cette quantité qui lui manque, eſt égale en péſanteur au volume d'eau déplacé, l'équilibre ſe rétablit, lorſqu'on charge le bras de

 la

la Balance d'une quantité d'eau qui a la même grandeur que le Corps plongé.

Seconde Expérience. Planche XVI. Fig. 1.

Autre expérience. Mettez en équilibre aux bras de la Balance hydrostratique décrite ci-dessus, une Bille d'yvoire & une Balle de plomb, & faites venir l'eau, comme on l'a dit, dans les deux Vases auxquels répondent ces deux Corps représentés dans la *Figure* 3. Dès qu'il y aura assez d'eau dans les Vases pour plonger la Bille & la Balle, le fleau de la Balance ne pourra plus demeurer dans une situation horizontale, le plomb emportera l'yvoire.

Fig. 3.

Explication.

Dans cette seconde expérience, le plomb & l'yvoire perdent une partie de leur poids dans l'eau, mais ces quantités perdues sont inégales entre elles; car elles sont proportionnelles aux volumes d'eau déplacés, & le plomb en déplace moins que l'yvoire; celui-ci perd donc plus que l'autre de sa prémière pésanteur, ce qui rompt l'équilibre.

Troisième expérience. Fig. 4.

Troisième expérience. Tenez en équilibre aux bras de la Balance de la *Figure* 4, deux Billes d'yvoire bien égales en grosseur; emplissez d'eau les deux Vases auxquels elles répondent; ensuite l'un des deux ayant été vuidé, substituez à l'eau qu'il contenoit, de l'eau-de-vie, ou de l'esprit-de-vin. Tant que les deux Vases sont pleins d'eau, l'équilibre subsiste entre les deux Billes plongées. Lorsque l'une des deux Billes plonge dans l'eau & l'autre dans l'esprit-de-vin, ou dans l'eau-de-vie, celle-ci emporte la prémière.

Explication.

Lorsque les deux Billes sont plongées dans l'eau, elles restent en équilibre, parce que leur immersion dans la même eau ôtant des quantités égales à des quantités éga-

égales, les reſtans doivent être égaux. Mais, quand l'une des deux Billes eſt plongée dans une Liqueur moins denſe que l'eau, elle eſt moins ſoutenue, elle perd moins de ſon prémier poids, ſa péſanteur reſpective eſt plus grande, elle l'emporte ſur l'autre.

Quatrième expérience. Soit une petite Phiole de verre A, pleine d'eſprit-de-vin, & dans laquelle on a enfermé une petite figure d'émail, qui ſe tient pour l'ordinaire en-haut, parce qu'elle eſt plus légère qu'un pareil volume de la Liqueur dans laquelle elle eſt. La Phiole aboutit à un Bain-marie, qu'on fait chaufer par le moyen d'une petite lampe qu'on allume deſſous. Quand l'eſprit-de-vin a reçu un certain degré de chaleur, on voit deſcendre la petite figure au fond de la Phiole, & elle remonte lorsque la Phiole eſt refroidie. Quatrième expérience. Planche XVI. Fig. 5.

Lorsque l'eſprit-de-vin eſt chaud, il eſt moins denſe que quand il étoit froid, ſes parties ſont plus rares, plus écartées les unes des autres, & il y en a moins dans le volume meſuré par la figure d'émail; il n'eſt donc plus capable de ſoutenir cette figure, qui va alors au fond de la Phiole, où elle demeure, juſqu'à ce que l'eſprit-de-vin venant à ſe refroidir & à ſe condenſer, ſe trouve en état de la ſoutenir & de la ſoulever. La figure d'émail ſe dilate auſſi, à la vérité, par la chaleur, mais beaucoup moins que la Liqueur où elle eſt plongée. Explication.

Cinquième expérience. Rempliſſez d'eau une Bouteille longue de verre, telle qu'eſt celle qui eſt repréſentée par la *Figure* 6; bouchez-la avec un morceau de Veſſie mouillée, que vous étendrez ſur l'oriſice, & que vous arrêterez autour du cou avec Cinquième expérience. Fig. 6.

Planche XVI. Fig. 6.

un fil. Mettez dans cette Boutille, une petite figure creuſe d'émail, plus légère que la Liqueur, & au pied de laquelle on ait pratiqué un petit trou, comme pour paſſer une épingle.

Lorsqu'on appuie avec le bout du doigt ſur la Veſſie, la petite figure deſcend au fond de la Bouteille, & y demeure tant que la même preſſion ſubſiſte. Si l'on appuie moins fort, ou que l'on ceſſe d'appuier, elle remonte auſſitôt. Si l'on modère la preſſion, lorſqu'elle eſt en chemin pour deſcendre, elle ſe tient à tel endroit que l'on veut. Si l'on preſſe la Veſſie, comme par ſecouſſes, la petite figure pirouette ſur elle-même. Ces effets ſont les mêmes quand on renverſe la Bouteille, & que la preſſion ſe fait de bas en-haut.

Fig. 7.

On peut donner à cette expérience un air de myſtère, en arrangeant, comme dans la *Figure* 7, pluſieurs Tuyaux dans un Chaſſis, & en faiſant la preſſion néceſſaire ſur leurs orifices, d'une manière cachée aux yeux du Spectateur, ſoit par des Léviers de renvoi, ſoit par des cordons cachés dans l'épaiſſeur des bois, ou autrement.

Explication des effets qui réſultent des expériences précédentes.

Pour expliquer les effets de cette cinquième expérience, il faut ſavoir, 1. que les Liqueurs, ou ne ſe compriment point, ou ne ſe compriment que difficilement; 2. que l'Air, au contraire, peut être comprimé avec beaucoup de facilité. La figure d'émail eſt remplie d'air, & plongée dans l'eau; elle eſt donc pleine d'une matière compreſſible, & environnée d'une autre qui ne l'eſt point. Quand on appuie avec le doigt ſur la Veſſie, on preſſe toute la maſſe de l'eau qui eſt dans la Bouteille, la

co-

colonne qui répond au petit trou, ne pouvant rentrer fur elle-même à caufe de fon infléxibilité, porte tout l'effort qu'elle reçoit de la preffion contre l'Air qui eft dans la figure; &, comme ce Fluïde peut être refferré dans un moindre efpace, il cède à l'eau une partie de celui qu'il occupe; alors la figure d'émail eft plus pefante qu'elle n'étoit, puifqu'on doit la confidérer comme un compofé d'émail, d'air plus condenfé, & d'un peu d'eau qu'elle a reçue. Si le tout enfemble eft plus pefant que le volume d'eau correfpondant, il va au fond; il remonte au contraire, quand il eft plus léger, c'eft-à-dire, quand une moindre preffion pouffe moins d'eau dans la figure, ou qu'on laiffe à l'air comprimé la liberté de repouffer par fon reffort celle qui eft entrée.

On conçoit donc aifément qu'en ménageant cette preffion du doigt, on retient dans la figure une quantité d'eau, telle que le tout enfemble eft en équilibre dans la maffe. Comme le petit trou par où l'eau peut entrer ou fortir, eft pratiqué à l'une des deux jambes, c'eft-à-dire, fur le côté de ce petit Corps plongé, fi le Fluïde qui y paffe, eft pouffé ou repouffé avec une grande viteffe, l'impulfion oblique doit faire tourner la figure fur elle-même; car étant ainfi fufpendue dans l'eau, c'eft comme fi elle étoit mobile fur deux pivots, ou fur un axe. Cette figure devient donc tantôt plus légère, tantôt plus pefante, que la Liqueur où elle eft plongée, non parce que le volume d'eau correfpondant change de denfité ou de grandeur, mais parce que le Corps plongé devient lui-même alternativement

plus denſe & plus léger de matière, ſans changer de volume.

Conſéquences qui ſuivent de cette propoſition: Qu'un Solide plongé perd autant de ſon poids, que peſe le volume de la Liqueur déplacée.

Nous avons dit ci-deſſus, *page* 393, qu'un Corps ſolide plongé dans une Liqueur, perd autant de ſon poids, que peſe le volume de la Liqueur qu'il déplace; & c'eſt ce que prouvent auſſi les cinq expériences que nous venons de raporter. Mais cette propoſition a pluſieurs conſéquences, auxquelles il eſt bon de faire attention, & que nous allons déduire en peu de mots.

Il ſuit 1. de cette propoſition, qu'à quantités égales de matière, plus les corps ſont grands, plus ils perdent de leur poids par l'immerſion. Une livre d'yvoire doit donc être plus ſoutenue dans l'eau qu'une livre de marbre. 2. Plus le volume de Liqueur déplacé eſt matériel, plus le Corps plongé eſt ſoutenu. 3. Comme la denſité eſt plus ou moins grande, non ſeulement dans différens Fluïdes, mais qu'elle peut auſſi varier dans le même par le froid, par le chaud, ou autrement, & que les Solides que l'on plonge, ſont ſuſceptibles des mêmes variations, il peut arriver que la péſanteur reſpective d'un même Corps varie, quoique dans la même Liqueur.

C'eſt à l'aide des principes qu'on vient d'établir, qu'on peut rendre raiſon des faits contenus dans les queſtions ſuivantes.

Comment les Poiſſons deſcendent & s'élèvent de bas en-haut dans l'eau.

D. Pourquoi quantité de Poiſſons s'élèvent-ils de bas en-haut dans l'eau, & pourquoi y deſcendent-ils avec une égale facilité, quand leurs beſoins l'exigent?

R. Cette queſtion à laquelle on a déja répondu dans le Chapitre précédent, ne peut être bien éclaircie que par les principes qui viennent d'être établis dans ce-

lui-

lui-ci. La plupart des Poiſſons ont une double Veſſie remplie d'air, qui eſt un Fluïde à reſſort, à l'aide duquel ils augmentent ou diminuent le volume de leur corps, quand ils veulent ou s'élever ou deſcendre.

On conçoit, en effet, que le Poiſſon augmentant en grandeur, ſans augmenter de matière, peut devenir plus léger que le volume d'eau auquel il répond actuellement; & qu'au contraire, s'il diminue ſon propre volume, il déplace moins d'eau, & qu'il peut ſe rendre de cette manière plus peſant que le Fluïde qui s'oppoſe à ſa chute.

Voici ce qui rend cette explication vraiſemblable. Si vous dilatez l'air de la double Veſſie, en mettant le Poiſſon dans le Vuide, il fera de vains efforts pour aller ou pour reſter au fond de l'eau, il ſurnagera malgré lui; il éprouvera un effet tout contraire, ſi vous le privez de cet air intérieur, ſoit en crévant la double Veſſie, ſoit en la vuidant en partie.

Pourquoi les Cadavres s'enfoncent, & reparoiſſent enſuite à la ſurface de l'eau.

D. Pourquoi les Animaux qui ſe noient, après avoir été d'abord au fond de l'eau, reparoiſſent-ils quelque tems après à la ſurface, & pourquoi communément ces apparitions recommencent-elles pluſieurs fois?

R. Nous avons dit un mot ſur cette queſtion dans le Chapitre précédent; mais voici dequoi y répandre un nouveau jour. Ces Animaux vont d'abord au fond de l'eau, parce qu'ils ſont plus peſans qu'elle. Il reparoiſſent à la ſurface, ils diſparoiſſent enſuite, parce qu'ils deviennent alternativement plus peſans & plus légers que le volume d'eau auquel ils répondent. Lorſqu'un Animal commence à ſe corrompre, il

il devient gonflé & tendu comme un ballon; ſon volume augmente, il faut donc qu'il ſurnage. La corruption augmente-t-elle, il ſe fait des diſſolutions & des évacuations, qui donnent lieu aux parties les plus ſolides de s'affaiſſer & de ſe raprocher, le volume total diminue, & répond à une moindre quantité d'eau qui n'eſt plus en état de le ſoutenir.

Pourquoi on ſe garnit le corps de veſſies pour apprendre à nager.

D. Pourquoi ceux qui apprennent à nager, ſe garniſſent-ils le corps de veſſies pleines d'air, ou de calebaſſes?

R. C'eſt afin que ces volumes auxiliaires les mettent en état de ſe ſoutenir plus facilement ſur l'eau. Un Corps quelconque n'a pas beſoin que ſon propre volume ſoit augmenté pour ſurnager, il ſuffit qu'il ſoit uni à quelque autre matière plus légère que le Fluïde où il eſt plongé, & que le tout enſemble peſe moins que le volume correſpondant.

Quantité de Liqueur meſurée par un Solide moins peſant que la Liqueur où il eſt plongé.

D. Qu'arrive-t-il à un Corps ſolide, qui eſt moins peſant qu'un pareil volume de la Liqueur dans laquelle il eſt plongé?

R. Il ſurnage en partie, & ce qui reſte plongé meſure une quantité de Liqueur qui peſe autant que le Corps entier. C'eſt ce qu'on prouve par les expériences ſuivantes.

Expérience qui détermine cette quantité. Planche XVI. Fig. 8.

Mettez de l'eau à peu près juſqu'aux deux tiers du Vaſe de verre de la *Figure* 8, & faites une marque à cette hauteur. Plongez-y enſuite une Boule de cire bien ronde *a*, & preſque auſſi groſſe que le Vaiſſeau eſt large. Cette immerſion élève la ſurface de l'eau; on en ôte par le Robinet *b*, tant que la ſurface ſoit baiſſée juſqu'à la marque où elle étoit en prémier

lieu;

lieu; on retire la Boule, on l'essuie, & on la pese contre la quantité d'eau qu'on a tirée du Vase.

Planche XVI. Fig. 8.

A très peu de chose près, la Boule & cette quantité d'eau déplacée par son immersion se font réciproquement équilibre. Cet équilibre prouve donc, que la partie plongée mesure une quantité de Liqueur qui pese autant que le Corps entier.

Lorsqu'un Corps surnage, sa partie plongée est toujours d'autant plus petite, que la Liqueur est plus dense, ou qu'il est lui-même moins pesant.

Autre expérience. L'Aréomètre, ou Pese-liqueur. Fig. 9.

Plongez dans un petit Vase long & étroit, A, rempli de quelque Liqueur jusqu'aux trois quarts de sa capacité, une petite Bouteille de verre très mince, qui ait un long cou gradué B, & qui soit lestée au fond avec un peu de Mercure, afin qu'elle se tienne dans une direction perpendiculaire. On donne communément le nom d'Aréomètre, où Pese-liqueur, à cette petite Bouteille à long cou.

L'Aréomètre s'enfonce plus ou moins dans le Vase, selon que la Liqueur est plus ou moins dense. Il descend plus profondément dans le Vin que dans l'Eau, & dans l'Eau-de-vie encore plus que dans le Vin. Sa partie plongée soulève autant de Liqueur qu'il en faut pour faire équilibre à l'Instrument entier. S'il pese une once, par exemple, il soulève moins d'Eau que de Vin, quant au volume, parce qu'il faut plus de Vin que d'Eau pour le poids d'une once; &, comme il ne fait monter la Liqueur qu'en s'enfonçant, il doit donc plonger plus avant dans celle qui est la plus légère.

Pourquoi on pourroit faire des Barques de plomb qui ne s'enfonceroient pas dans l'eau.

L'Aréomètre ne se soutient point en vertu du verre ou du Mercure dont il est fait, mais seulement parce qu'il a, avec peu de solidité, un volume considérable qui répond à une quantité d'eau plus pesante. Ainsi l'on pourroit faire des Barques de plomb, ou de tout autre métal, qui ne s'enfonceroient pas. Et en effet, les chariots d'artillerie portent souvent, à la suite des Armées, des Gondoles de cuivre, qui servent à établir des Ponts pour le passage des Troupes.

Autre espèce d'Aréomètre. Planche XVI. Fig. 9.

Plusieurs Physiciens se sont servis, pour peser les Liqueurs, d'un petit Vaisseau de verre mince C, auquel on a pratiqué à côté du cou un petit Tuyau montant, par le moyen duquel on a prétendu emplir la Bouteille toujours également, parce qu'il est plus facile d'estimer la hauteur juste de la Liqueur dans un petit Tuyau, que dans le cou de l'Instrument où la surface est plus étendue. Mais cette méthode est sujette à plusieurs inconvéniens; le plus grand de tous, c'est que le Tuyau montant est fort étroit, & que les Liqueurs ne s'y mettent point de niveau; la plupart s'y tiennent plus élevées, & cet excès n'est pas le même pour toutes.

Troisième sorte d'Aréomètre. Fig. 10.

Voici encore une autre sorte de Pèse-Liqueur. Z est une Boule concave de verre, surmontée par un petit Tuyau *e b a d*, au bas de laquelle se trouve une autre petite Boule Y, que l'on emplit de Mercure, ou de dragée de plomb, afin que cet Instrument puisse se tenir dans la Liqueur dans une situation perpendiculaire. Si le poids de ce Pese-liqueur est tel, qu'il s'enfonce dans l'Eau jusqu'à *a*, il plongera plus pro-

fon-

Planche XVI. Fig. 10.

fondément dans des Liqueurs plus légères; il s'enfoncera donc dans le Vin jusqu'à *b*, & dans l'Eau-de-vie jusqu'à *e*. Mais si on le plonge dans des Liqueurs plus pesantes que l'Eau, il ne s'enfoncera pas si profondément; il ne descendra donc dans la Bière que jusqu'à *d*, & toujours d'autant moins que la Liqueur, dans laquelle on le plongera, pesera davantage.

Remarques sur les Aréomètres. Fig. 9.

Lorsqu'on veut se servir de l'Aréomètre, & sur-tout de celui qui est représenté par la *Figure* 9, AB, il faut que les Liqueurs dans lesquelles on le plonge, soient exactement au même degré de chaleur ou de froid, afin qu'on puisse être sûr que leur différence de densité ne vient point de l'une de ces deux causes, & que le volume de l'Aréomètre même n'en a reçu aucun changement. Il faut aussi que le cou de l'Instrument, sur lequel sont marquées les graduations, soit par-tout d'une grosseur égale; car s'il est d'une forme irrégulière, les degrés marqués à égales distances, ne mesureront pas des volumes de Liqueur semblables en se plongeant. On doit encore avoir soin que l'immersion se fasse bien perpendiculairement à la surface de la Liqueur, sans quoi l'obliquité empêcheroit de compter avec justesse le degré d'enfoncement. Quand l'Aréomètre passe d'une Liqueur à l'autre, on doit bien prendre garde que sa surface ne porte aucun enduit, qui empêche que celle où il entre ne s'applique axactement contre sa surface.

Balance hydrostatique.

A la Balance hydrostatique, dont nous avons donné ci-dessus la description (*a*), nous

(*a*) Voyez la page 390, *Planche* XVI. *Fig.* 1.

nous allons en joindre une autre, qui nous a paru extrêmement commode, mais qui eſt faite différemment de la précédente. On ne ſauroit trop faire connoître cette ſorte d'Inſtrument, à cauſe du grand nombre d'uſages auxquels on l'emploie, lorsqu'on veut ſe former une idée juſte de la péſanteur des Fluïdes & des Solides.

Planche XVI. Fig. 11. La Colonne de bois C ſe dreſſe ſur une table, & eſt affermie par un Ecrou, qui s'applique à une Vis au-deſſous de la table, dans laquelle eſt pratiqué un trou rond que cette Vis traverſe. Cette Colonne eſt percée depuis *z* juſqu'à *y*, & eſt applatie par devant & par derrière, tout du long de l'ouverture, qui eſt par-tout de la même largeur.

A cette Colonne on en joint une plus petite G, après avoir mis entre-deux l'Anneau de bois E, au dedans duquel paſſe une Vis, qui entre auſſi dans la petite Colonne G creuſée en dedans, où il y a un Ecrou, deſorte qu'elle peut facilement être affermie. On place quelquefois au-deſſus de la petite Colonne G, lorsqu'elle eſt jointe avec la Colonne C, un Chapiteau, lequel eſt affermi enſuite à l'aide de la Vis qui traverſe & déborde la petite Colonne G, & peut par conſéquent pénétrer dans le Chapiteau. On applique à la petite Colonne le Bras A, qu'on affermit par le moyen de l'Ecrou F.

On ſuſpend la Balance *l* à deux Cordons, pour empêcher le mouvement horizontal du Fleau. Dans cette même vue, on introduit l'Anneau *i*, auquel tient la Chaſſe de la Balance, dans la petite Règle de bois BB, & on ſoutient cet Anneau par le moyen

yen de la Cheville *b*, qui traverſe l'Anneau & la Règle. On peut empêcher encore d'une autre manière le mouvement horizontal de cet Anneau, en le ſuſpendant à deux Crochets attachés à la Règle BB. Planche XVI. Fig. 11.

Les Cordons par lesquels la Règle eſt ſoutenue, ſont parallèles, & paſſent ſur des Poulies attachées au Bras A; delà on les fait deſcendre, & paſſer ſous deux Poulies attachées au bas & à côté de la Colonne C, & dont une eſt repréſentée en S. Ces Cordons, qui deviennent alors horizontaux, tiennent à la petite Règle de bois T, qui eſt attachée au Crochet du Poids P, lequel eſt de ſix ou de huit livres. En retirant ou en avançant ce Poids, on hauſſe ou l'on baiſſe la Balance, comme on le juge à propos.

Pour ſuſpendre les Baſſins, il ne faut pas ſe ſervir de Cordons, mais de petites Chaînes. Ces Baſſins ont au centre de leur ſurface inférieure des Crochets, & ont outre cela, vers les bords de la même ſurface, trois pieds, hauts d'un demi-pouce, pour les ſoutenir quand ils ne ſont plus ſuſpendus. On fait tenir aux Crochets des Baſſins, les Fils de cuivre *a*, *a*, dont les bouts inférieurs ſont pliés, enſorte qu'ils forment les Crochets *c*. Mais comme ces deux Crochets n'ont pu être repréſentés comme il faut dans cette Figure, on peut les voir l'un & l'autre très diſtinctement aux lettres *c*, *c* de la *Figure* 12, où l'on a repréſenté la même Balance dont il eſt ici queſtion.

On joint à la Colonne C la Planchette HLH, entourée d'un rebord, & qu'on peut affermir à différentes hauteurs. C'eſt ſur cette Planchette qu'on place les Baſſins

Planche XVI. Fig. 11.

de la Balance, qu'on hauſſe tant ſoit peu, quand on veut ſaiſir l'équilibre, & dont la Planchette empêche le trop grand mouvement. Cette dernière eſt percée en *m* & *m*; les trous répondent aux Crochets des Baſſins, & les Fils de cuivre *a*, *a*, paſſent par ces trous.

Souvent la Table, ſur laquelle eſt affermie la Colonne C, n'eſt pas exactement horizontale ; en ce cas les trous de la Planchette ne répondent pas exactement aux Crochets. Pour prévenir cet inconvénient, il faut prendre quelques précautions dans la conſtruction de la Planchette. On a repréſenté ſéparément le Bras D O, qui ſoutient la Planchette; la queue de ce Bras traverſe une ouverture qu'il y a dans la Colonne, & eſt affermie par le moyen de la Vis O Q. Pour le Bras même, il eſt percé de part en part, & la fente s'étend depuis *d* jusqu'en *d*.

La ſurface inférieure de la Planchette H L H eſt auſſi repréſentée ſéparément. Sur cette ſurface ſont attachées deux Règles, entre lesquelles la Plaque de bois I peut ſe mouvoir de la longueur d'un peu plus qu'un pouce; cette même Plaque peut être affermie dans chaque point de ce petit eſpace: pour cet effet, on y adapte une petite Plaque de cuivre *q*, garnie d'une ouverture, que traverſe la Vis *o*, qui tient à la Planchette H L H; c'eſt par le moyen de cette Vis qu'on affermit la Plaque de bois I, au milieu de laquelle eſt fermement attachée à angles droits la Lame de cuivre *n*, avec ſa Vis *p*.

Lorsqu'on applique la Planchette au Bras D O, on introduit la Lame *n* dans la fente

te *d d*, où elle peut ſe mouvoir par un eſpace qui excède auſſi tant ſoit peu la longueur d'un pouce. On affermit cette Lame par la Vis *q*, à l'aide de l'Ecrou *g*, après avoir mis entre-deux la petite Plaque *b*, pour ne point endommager le bois. Planche XVI. Fig. 11.

Quand la Planchette eſt jointe à la Colonne C, on peut, en relâchant un peu les Vis *o* & *p*, l'en éloigner, ou l'en approcher, par le mouvement de la Lame *n*, dans la fente *d d*. On peut auſſi donner à la Planchette un mouvement latéral, par le mouvement de la Plaque de bois I entre les Règles. Rien n'eſt donc plus facile que de diſpoſer les trous, de manière qu'ils répondent aux Crochets des Baſſins.

Uſage de la Balance précédente.

Pour faire voir l'uſage qu'on peut faire de cette Balance hydroſtatique, garnie de toutes ſes pièces, nous nous contenterons de donner pour exemple, une ſeule expérience, qui ſert à prouver, que des Corps de même poids, mais de denſité différente, perdent d'inégales parties de leur poids, quand ils ſont plongés dans un même Fluïde, à cauſe de l'inégalité des volumes.

Deux petites Plaques de même poids, l'une d'étain S, & l'autre de plomb P, étant ſuſpendues par des Crins *b*, *b*, aux Crochets *c*, *c*, qui ſont les extrémités inférieures des Fils de cuivre *a*, *a*, il y aura équilibre; mais cet équilibre ſera détruit, ſi en abaiſſant la Balance, on laiſſe deſcendre les Corps dans l'eau que contiennent les Verres V & V. La Balance que l'on voit ici, *Figure* 12, eſt la même que celle qui fait partie de la Balance hydroſtatique de la *Figure* 11, dont on vient de donner la deſcription. Du reſte cette expé- Fig. 12.

expérience prouve la même chose que la seconde expérience de la page 394, faite avec une Bille d'yvoire & une Balle de plomb.

CHAPITRE XXXIX.

De la Gravité ou Pésanteur spécifique de divers Corps.

Ce que c'est que la pésanteur spécifique des Corps.

D. QU'est-ce que la Gravité ou Pésanteur spécifique des Corps?

R. C'est leur Poids, consideré rélativement à leur volume. Ainsi la Pésanteur spécifique est double, quand le Poids est double, le volume restant le même.

D'où vient cette pésanteur spécifique.

D. D'où vient la différente pésanteur des Corps, tant fluïdes que solides?

R. Elle vient de ce qu'ils contiennent sous un même volume, ou dans un espace égal, une plus grande ou une moindre quantité de matière. Ainsi les Poids sont entre eux comme les quantités de matière; & toutes les particules de matière, pourvu qu'elles soient égales, pesent également à quelque Corps qu'elles appartiennent.

Moyen de bien juger de la pésanteur spécifique d'un Corps.

D. Quel jugement doit-on porter des expériences faites par plusieurs Savans pour examiner les pésanteurs spécifiques de divers Corps, qu'on a rédigées en Tables.

R. Ces expériences, quelque exactes qu'elles soient, ne peuvent servir de règles, que comme des à-peu-près; car les Individus de chaque espèce varient entre eux, quant à la densité. On ne peut pas dire,

dire, par exemple, que deux grains de ſable, deux cailloux, deux morceaux de fer, &c. ſoient parfaitement ſemblables. Ainſi le ſeul moyen de bien juger de la péſanteur ſpécifique d'un Corps, c'eſt de le mettre lui-même à l'épreuve.

D. Quelles ſont les meilleures Tables qu'on a dreſſées ſur ces ſortes d'expériences?

Tables de Mr. Davies pour les péſanteurs ſpécifiques des Corps.

R. Nous avons de Mr. Richard Davies, un très bon Mémoire (*a*), dans lequel il a réuni toutes les expériences qu'on a faites pour découvrir les péſanteurs ſpécifiques d'un très grand nombre de Corps. Il commence par donner l'hiſtoire des Phyſiciens qui y ont travaillé, & il finit par d'excellentes Tables, où leurs expériences ſe trouvent rangées ſous les noms des matières.

Suivant ces Tables, qui ſont au nombre de onze, l'Or le plus peſant eſt celui que Mr Ward a trouvé égal à 19640 parties, dont 1000 expriment le poids d'une quantité égale d'eau. Le Mercure le plus peſant eſt celui que Mr. Freind a trouvé égal à 14117 de mêmes parties. Le Plomb le plus peſant monte à 11, 886 de ces parties, l'Argent à 11,091, le Cuivre à 9, 127, le Fer à 8, 086, l'Acier à 7, 852, & l'Etain à 7, 617. Dans la Table des Demimétaux le Bismuth le plus peſant eſt de 9, 859 parties, le Cinnabre de 8, 020, le Régule d'Antimoine de 7, 500, l'Aiman de 4, 930, le Lazuli de 3, 054. Dans la Table des Pierres le Grénat de Bohême peſe

(*a*) Dans les *Tranſactions Philoſophiques*, Volume XLV, An. 1748, No. 488.

pese 4, 360, le Diamant jaune 3, 666, le Cristal 2, 724, le Sélénite 2, 322, l'Agathe 3, 598, la Turquoise de vieille roche 2, 908, le Corail 2, 894, le Caillou 2, 623, le Bois pétrifié 2, 341. Ces Tables se terminent par l'Air, évalué à 0, 00118.

Table de Mr. Muschenbroeck.

Voici une autre Table alphabétique des matières les plus connues, tant solides que fluïdes, faites sur les expériences de Mr. Musschenbroek (*a*), Professeur de Philosophie à Leyde, dont on connoit la sagacité & l'exactitude. Les pésanteurs spécifiques de toutes les matières énoncées dans cette Table, sont comparées à celle de l'Eau commune; & l'on prend pour Eau commune celle de la pluie dans une température moyenne. Ainsi, quand on voit dans la Table, Eau de pluie 1, 000, Or de coupelle 19, 640, Air 0, 001$\frac{1}{4}$, c'est-à-dire que la pésanteur spécifique de l'Or le plus fin est à celle de l'Eau comme 19$\frac{1}{2}$ à peu près, à 1; & que la gravité de l'Air n'est presque que la millième partie de celle de l'Eau.

Acier fléxible ou non trempé	7, 738.
Acier trempé	7, 704.
Agathe d'Angleterre	2, 512.
Air	0, 001$\frac{1}{4}$.
Albâtre	1, 872.
Alun	1, 714.
Ambre	1, 040.
Amiante	2, 913.
Antimoine d'Allemagne	4, 000.
Antimoine de Hongrie	4, 700.

Ardoise

(*a*) Voyez ses *Essais de Physique*, pag. 411.

Ardoiſe bleue. . .	3, 500.
Argent de coupelle . .	11, 091.
Biſmuth . .	9, 700.
Bois de Bréſil . .	1, 030.
——— Cèdre . .	0, 613.
——— Orme . .	0, 600.
——— Gayac . .	1, 337.
——— Ebenne . .	1, 177.
——— Erable . .	0, 755.
——— Frêne . .	0, 845.
——— Bouis . .	1, 030.
Borax . .	1, 720.
Caillou . .	2, 542.
Camphre . .	0, 995.
Charbon de terre . .	1, 240.
——— naturel . .	7. 300.
——— artificiel . .	8, 200.
Cire jaune . .	0, 995.
Corail rouge . .	2, 689.
——— blanc . .	2, 500.
Corne de Bœuf . .	1, 840.
——— Cerf . .	1, 875.
Criſtal de roche . .	2, 650.
——— d'Islande . .	2, 720.
Cuivre de Suède . .	8, 784.
——— jetté en moule . .	8, 000.
Diamant . .	3, 400.
Eau commune ou de pluie .	1, 000.
— diſtillée . .	0, 993.
— de rivière . .	1, 009.
Ecailles d'Huitres . .	2, 092.
Encens . .	1, 071.
Eſprit-de-Vin rectifié . .	0, 866.
——— de Térébentine . .	0, 874.
Etain pur . .	7, 320.
——— allié d'Angleterre . .	7, 471.
Fer . .	7, 645.
Gomme arabique . .	1, 375.

Grenat de Bohême . .	4, 360.
——— Suède . .	3, 978.
Huile de Lin	0, 932.
—— d'Olive	0, 913.
—— de Vitriol . . .	1, 700.
Karabé ou Ambre jaune .	1, 065.
Lait de Vache	1, 030.
Litarge d'Or . . .	6, 000.
——— d'Argent . . .	6, 044.
Maganèse	3, 530.
Marbre noir d'Italie . .	2, 704.
——— blanc d'Italie . .	2, 707.
Mercure	13, 593.
Noix de Galles . . .	1, 034.
Or d'essai ou de coupelle .	19, 640.
——— d'une Guinée .	18, 888.
Os de Bœuf	1, 656.
Pierre sanguine . . .	4, 360.
——— calaminaire . .	5, 000.
——— à fusil opaque . .	2, 542.
——— transparente . . .	2, 641.
Poix	1, 150.
Sang humain . . .	1, 040.
Sapin	0, 550.
Sel de Glauber . . .	2, 246.
——— Ammoniac . .	1, 453.
——— Gemme . . .	2, 143.
——— Polychreste . . .	2, 148.
Soufre commun . . .	1, 800.
Talc de Venise . . .	2, 780.
Tartre	1, 849.
Turquoise	2, 508.
Verd-de-gris . . .	1, 714.
Verre blanc . . .	3, 150.
——— commun	2, 620.
Vin de Bourgogne . .	0, 953.
Vinaigre de Vin . .	1, 011.
——— distillé	1, 030.

Vi-

Vitriol d'Angleterre . .	1, 880.
Yvoire	1, 825.

CHAPITRE XL.

Des Tuyaux Capillaires.

D. QU'appellez vous Tuyaux Capillaires ? Tuyaux Capillaires.

R. On donne ce nom à de petits Tubes fort menus, qui peuvent être faits de verre, ou de toute autre matière capable de contenir des Liqueurs. Ce nom leur vient de la ressemblance qu'ils ont avec les cheveux, que l'on regarde communément comme de petits canaux creux capables de transmettre certaines humeurs. Ceux dont on se sert pour les expériences sont beaucoup moins menus : leur diamètre peut s'étendre jusqu'à $2\frac{1}{2}$ lignes. Leur forme est indifférente. Deux morceaux de glace de miroir, dont les plans s'approchent parallélement à une distance convenable, produisent les mêmes effets qu'une suite de petits Tuyaux; & tous les Corps spongieux, ou assez poreux, pour admettre les Liqueurs, peuvent être aussi considerés comme des assemblages de Canaux Capillaires.

D. Les Tuyaux Capillaires font-ils des exceptions aux Loix de l'Hydrostratique établies dans le Chapitre précédent? Si ces Tuyaux font des exceptions aux Loix de l'Hydrostatique.

R. C'est le sentiment de quelques Physiciens; mais d'autres prétendent qu'il n'est pas absolument impossible de rappeller aux

Loix générales de l'Hydroſtratique ce qu'il y a de ſingulier en apparence dans ces ſortes de phénomènes. Tout ce qu'on a dit ſur cette matière ne ſauroit encore être regardé que comme de ſimples probabilités.

Leurs proprietés & leurs effets.

D. Quelles ſont les proprietés & les effets des Tuyaux Capillaires?

R. 1. Toutes les Liqueurs, excepté le Mercure, y montent au-dela du niveau, tant dans le Vuide que dans l'Air. 2. Les Liqueurs s'élèvent à différentes hauteurs dans le même Tube, ſelon l'ordre qui ſuit, en commençant par celles qui montent le plus haut. L'Urine, l'Huile de Vitriol concentrée, l'Eau ſalée, l'Eſprit de Nitre, & l'Eſprit de Vin. Puiſque l'Eſprit de Vin, qui eſt le plus léger, eſt celui de tous ces Liquides qui s'élève le moins, on doit conclure delà que les Liqueurs ne s'élèvent point dans les Tubes en raiſon renverſée de leur denſité. 3. Dans des Tubes de différens diamètres, les Liqueurs s'élèvent en raiſon inverſe de leur largeur, c'eſt à dire, qu'elles y montent d'autant plus, qu'ils ſont plus étroits. Tout cela réſulte des expériences ſuivantes.

Expériences qui prouvent ces proprietés des Tubes. Planche XVI. Fig. 13.

Empliſſez ſucceſſivement de différentes Liqueurs le petit Gobelet AB, & plongez-y le petit Tuyau CD, dont les deux extrémités ſont ouvertes, & que l'on attache ſur une petite bande de carton blanc, diviſée ſelon ſa longueur en parties égales. Dès que le Tube eſt plongé, la Liqueur s'élève vers D; &, ſi l'on enfonce le Tube plus avant dans le Gobelet, la Liqueur monte d'autant au-deſſus de l'endroit où elle s'étoit fixée d'abord.

Si l'on plonge dans de l'Eau colorée, deux

deux Tubes de même longueur, mais dont les diamètres diffèrent intérieurement de moitié, comme dans la *Figure* 14, l'Eau s'élevera une fois plus haut dans celui des deux Tubes qui a le diamètre une fois plus petit.

Planche XVI. Fig. 14.

Si l'on repète les expériences précédentes, en employant du Mercure au-lieu d'autres Liqueurs, ou que l'on verse du Mercure dans un Siphon renversé, dont une des branches soit capillaire, comme dans la *Figure* 15 ; le Mercure se tient toujours plus bas que son niveau, & son abaissement est d'autant plus grand, que le Tube est plus étroit. Dans le Siphon renversé, par exemple, au-lieu de s'élever en G dans la branche capillaire, pour être de niveau à celui de l'autre branche, il se tient en H, & se tiendroit encore plus bas, si ce Tuyau qui le contient étoit d'un diamètre plus petit. On ne connoit que le Mercure qui se comporte ainsi dans les Tubes capillaires.

Fig. 15.

D. Qu'y a-t-il dans ces faits, qui paroisse contraire aux règles ordinaires de l'Hydrostatique ?

En quoi les effets de ces expériences sont contraires aux règles de l'Hydrostatique.

R. C'est que suivant ces règles, ainsi que nous l'avons vu dans le Chapitre précédent, une Liqueur se met toujours de niveau avec elle-même, soit dans un seul & même Vaisseau, soit dans plusieurs qui communiquent ensemble : si elle obéit à une force, qui l'élève au-dessus de son niveau, elle lui cède proportionnellement à sa densité.

D. Ne sait-on donc pas encore comment se fait le jeu des Tuyaux capillaires ?

Hypothèses imaginées pour

R. Jusqu'à présent c'est une énigme pour

expliquer ces effets. les Physiciens. Voici les principales opinions qui ont été proposées sur cette matière.

Prémière Hypothèse. Planche XVI. Fig. 13. Les uns attribuent ces phénomènes à la pression inégale de l'Air, ou du Fluïde environnant, qui agit plus librement & avec plus de force sur la surface du Vaisseau AB, que par l'orifice supérieur du Tuyau plongé. Ils prétendent que les parties rameuses de l'Air s'embarassent & se meuvent difficilement dans un canal étroit, tandis qu'il agit sans obstacle sur la surface du Gobelet. Mais si l'Air n'agissoit pas librement dans le Tuyau, il faudroit que la Liqueur s'élevât proportionnellement à la longueur du Tube, puisqu'il éprouveroit plus d'obstacle dans un Tuyau plus long que dans un plus court: cependant cela n'arrive pas; c'est le diamètre du Tube qui règle le degré d'élévation.

Seconde Hypothèse. D'autres Physiciens ont recours à un Fluïde plus subtil que l'Air grossier, tel qu'il subsiste dans la Machine du Vuide, & dont les parties sont globuleuses. Ce Fluïde ne remplissant jamais bien exactement un Tube, la pression dépendante de cette plénitude doit diminuer à proportion que le Tube est plus étroit. Mais un Fluïde, dont les parties sont si subtiles, & qui le sont assez pour pénétrer les pores du verre, laisse-t-il tant de vuide dans le Tube, & s'applique-t-il si mal aux parois du verre, que sa pression diffère sensiblement de celle qu'il exerce en dehors sur la superficie du Reservoir? D'ailleurs, pourquoi la pression plus libre & plus forte sur la surface du Vase, n'élève-t-elle pas les Liqueurs

queurs à des hauteurs qui ſoient proportionnelles à leurs denſités?

Troiſième Hypothèſe.

Il ſe trouve des Phyſiciens qui prétendent que, lorsqu'on a plongé le bout d'un Tube, la petite colonne de Liqueur qu'il renferme, perd ſon poids par ſon adhérence au verre, & que ceſſant de peſer ſur le fond du Vaſe où ſe fait l'immerſion, les colonnes extérieures au Tube en pouſſent une ſemblable ſous la prémière, une autre ſous la ſeconde, & que toutes ces parties s'accumulent en une colonne totale, dont la hauteur eſt proportionnelle au frottement qui augmente comme le diamètre du Tuyau diminue. Mais cette Hypothèſe ne s'accorde pas avec l'expérience, puiſque les Tubes ont leurs effets auſſi promptement, & d'une manière auſſi complette, quand on ne fait que toucher les Liqueurs le plus légerement qu'il eſt poſſible, comme lorsqu'on les y plonge fort avant. La preſſion des colonnes qui entourent la partie plongée du Tuyau, n'entre donc pour rien dans cet effet.

Quatrième Hypothèſe, celle des Newtoniens.

La plupart des Newtoniens, pour expliquer l'effet des Tubes capillaires, ont recours à l'Attraction, qu'ils regardent comme un fait qui a lieu dans toute la Nature. Le Verre, diſent-ils, attire l'Eau, plus que l'Eau ne s'attire elle-même: dès que l'orifice du Tube vient à la toucher, elle s'élève juſqu'à ce que ſon poids faſſe équilibre à la Vertu attractive qui réſide dans la ſurface intérieure du Tuyau. L'Eau s'élève plus haut dans les petits Tubes que dans les gros, parce que leur ſurface eſt plus grande rélativement à la ſolidité de la colonne d'Eau, & les parties du milieu

font moins éloignées du verre qui les attire. Le Mercure se tient plus bas que le niveau dans ces sortes de Tubes, parce qu'étant plus dense que le verre, il s'attire plus lui-même que le Tuyau ne peut l'attirer.

Mais tous les Corps pénétrables à l'Eau, & qu'on doit regarder à cet égard comme des Tubes capillaires, n'admettent-ils dans leurs pores, & n'élèvent-ils au-dessus du niveau que les Fluïdes moins denses qu'eux-mêmes? La hauteur de la colonne élevée dans le Tube, est-elle toujours reglée par l'excès d'Attraction du verre, & par la pésanteur spécifique de la Liqueur? Ne voit-on pas des Liqueurs plus pesantes s'élever dans le même Tube, plus haut que d'autres, qui sont cependant plus légères?

Opinion de Mr. Jurin.

L'insuffisance de cette explication a porté l'un des plus ingénieux partisans de l'Attraction (a) à lui en substituer une autre. Il prétend que l'Attraction du Tuyau n'agit que par la partie annulaire de la surface intérieure, où se termine la colonne de Liqueur.

Expériences sur lesquelles son opinion est fondée. Planche XVI. Fig. 16.

L'opinion de ce Philosophe est fondée sur des expériences ingénieuses, & dont les apparences sont séduisantes. Il plonge le Tube A B, formé de deux parties A C, C B, dont les diamètres sont fort différens.

(a) Mr. *Jurin* dans les Transactions Philosophiques n. 255, art. 2; & n. 363, art. 2. Les Dissertations de ce Philosophe se trouvent à la fin des Leçons de Physique expérimentale de Mr. Côtes, traduites en François par Mr. *Le Monnie*.

rens. Quoiqu'un Tuyau de la grosseur de CB ne puisse élever la Liqueur qu'au point E, si cependant on l'emplit jusqu'en D, l'Eau y demeure suspendue, pourvu que cette portion du Tuyau soit d'un tel diamètre, qu'un Tube de sa grosseur doive élever l'Eau de la hauteur BD. Planche XVI. Fig. 16.

Si l'on renverse ce Tuyau, comme FG, l'Eau ne s'élève & ne demeure suspendue qu'au point F, hauteur à laquelle elle s'éleveroit par un Tube qui seroit, dans toute sa longueur, d'un diamètre égal à la partie F.

Ces deux expériences prouvent, que si la hauteur des colonnes d'Eau soutenues dépendoit de l'Attraction de toute la surface intérieure, la Liqueur ne devroit pas se soutenir plus haut que le point E dans la prémière; & dans la seconde elle excéderoit la hauteur F, puisque la plus longue partie du Tuyau qui la contient est, par supposition, d'un diamètre propre à la faire monter d'une quantité égale à BD. Cette élévation, ou suspension de Liqueur, dépend donc plutôt de la partie annulaire du verre où se termine la colonne, puisque la hauteur de l'Eau change avec le diamètre de cet anneau.

Comme la prémière expérience de Mr. Jurin peut être faite de façon qu'elle prouve trop, & qu'elle devient elle-même un nouveau phénomène qui mérite d'être expliqué, au-lieu du Tube AB, *Figure* 16, il emploie un Entonnoir qui peut avoir plusieurs pouces de largeur, & qui finit en Tube capillaire, comme dans la *Figure* 17. Si cet Entonnoir, ainsi renversé, n'excède pas la hauteur à laquelle pourroit s'élever Fig. 16. Fig. 17.

 l'Eau

Planche XVI. Fig. 16. Fig. 17.

l'Eau dans un Tube gros comme la partie H, il pourra rester tout plein, comme DB, *Figure* 16, de la précédente expérience. Si l'Attraction annulaire soutient la colonne H I, *Figure* 17, comment la grande quantité d'Eau qui l'environne, se soutient-elle?

On a répondu que cette masse d'Eau est soutenue par l'Attraction de la partie convèxe, c'est-à-dire, que chaque point du verre K L attire la colonne qui lui est soumise. Mais une nouvelle expérience faite par Mr. Jurin, détruit encore cette réponse.

Ce que prouvent les expériences de Mr. Jurin, suivant Mr. Clairaut.

Reste maintenant à savoir si le principe de l'Attraction, tel qu'il est employé par Mr. Jurin, fournit le véritable dénouement. Suivant Mr. Clairaut (*a*), qui a examiné le fait selon les loix générales de l'Hydrostatique, & calculé ensuite combien l'Attraction peut altérer le niveau, bien loin que l'effet vienne de l'Attraction de la partie supérieure du Tube, à laquelle il semble qu'on doive l'attribuer, selon les expériences de Mr. Jurin, c'est au contraire la partie inférieure qui agit, celle d'en-haut n'y a nulle part, son Attraction étant contrebalancée par une pareille Attraction dans la partie moyenne du Tuyau.

Résultat.

Il résulte de tout ce qu'on vient de dire, que le jeu des Tuyaux capillaires n'est point encore assez expliqué. La pression inégale de quelque Fluïde est probablement le point fondamental de l'explication ; mais l'adhérence ou la viscosité naturelle des Liqueurs, la grandeur & la figure de leurs parties,

(*a*) Voyez sa Théorie de la *Figure de la Terre*, tirée des principes de l'Hydrostatique.

parties, & peut-être un certain mouvement qui leur eſt propre, contribuent de beaucoup à ces effets, & ſont par conſéquent autant d'objets qui demandent ici l'attention des Phyſiciens.

CHAPITRE XLI.

De l'Air & de l'Atmoſphère de la Terre.

D. QU'eſt-ce que l'Air?

Ce que c'eſt que l'Air.

R. C'eſt ce Fluïde qui couvre la ſurface de la Terre, & qui l'entoure de tous côtés. En quelque endroit qu'on ſe transporte ſur la Terre, ſoit qu'on change de climat, ſoit qu'on s'élève des lieux les plus bas à la cime des plus hautes montagnes, on ſe trouve toujours dans l'Air: on ne connoit aucun lieu ni aucun tems où ce Fluïde ait manqué. Il y a donc tout lieu de croire que le Globe que nous habitons, eſt entouré d'Air de toutes parts; & c'eſt à cette eſpèce d'envelope que l'on donne communément le nom d'Atmoſphère.

D. Quelle eſt ſon utilité?

Son utilité.

R. C'eſt l'élément le plus univerſel, le plus néceſſaire pour la conſervation de tout ce qui vit ſur la terre. C'eſt lui qui forme les vents, qui fait évaporer les eaux, qui fait végéter les plantes, qui entretient la vie de l'Homme & de tous les Animaux que nous connoiſſons. Il eſt le véhi-

cule de la lumière, des sons, des odeurs (a).

S'il peut changer de nature.

D. Peut-il changer de nature?

R. Tout semble nous prouver que c'est une substance dont la nature est fixe, dont les parties intégrantes sont simples, homogènes, & dont les principes sont unis de manière à ne jamais ceder à aucun des efforts que nous pourrions faire pour les décomposer.

Dans quel degré de chaleur de l'Air on peut vivre.

D. Quel est le degré de chaleur de l'Air dans lequel nous pouvons vivre?

R. Mr. Boerhave a assuré que l'on doit avoir très chaud, quand le Thermomètre (b) est à 64 degrés, & que dans des chaleurs excessives la Liqueur ne passe pas 84 degrés. Il a décidé que personne ne pourroit vivre dans un Air qui auroit 90 degrés de chaleur, & que tous les Animaux que nous connoissons y périroient; & il a appuié ce sentiment sur la différence quil doit y avoir entre la chaleur de l'Air que nous respirons, & la chaleur de notre Corps, car l'on sait que nous ne pourrions pas vivre sans difficulté dans ce dernier degré de chaleur. Selon lui notre chaleur vitale est de 92 degrés, & dans les Enfans elle est souvent de 94 degrés (c).

D.

(a) *Ipse Aer nobiscum videt, nobiscum audit, nobiscum sonat; nihil enim eorum sine eo fieri potest.* Ciceron de Nat. Deor. L. II. C. 33.

(b) Il employoit le Thermomètre de Fahrenheit.

(c) *Sciatis ergo, primo neminem posse vivere in Aëre, qui 90 gradus caloris habet, verum cito in illo mori animalia omnia nobis cognita, atqui calor noster vitalis est graduum 92, & in Infantibus sæpe* 94.

D. Que doit-on penser du sentiment de cet Homme célèbre sur cette question? Erreur de Boerhave.

R. La décision de ce Médecin n'est fondée que sur une fausse supposition. Il ne resserre les bornes de la chaleur de l'Air que nous respirons, que parce qu'il suppose que la chaleur de notre Corps ne peut faire monter le Mercure du Thermomètre qu'à 92 ou tout au plus à 94 degrés.

Cependant Newton (*a*) & Fahrenheit (*b*) ont fixé le degré de la chaleur du Corps humain à 96 degrés. Il y a plus. Le Thermomètre de Mr. Poléni à Padoue a monté en 1728 à 91 degrés du Thermomètre de Fahrenheit (*c*). Nous savons par les observations exactes de Mr. Musschenbroek qu'en Hollande, dans des chambres à l'ombre, l'Air a quelquefois (*d*) 90 degrés de chaleur. En 1729 le même Auteur a vu (*e*) la liqueur de son Thermomètre s'élever à 92 degrés, & le 9 Juillet 1733, l'Air d'une chambre sombre & ombragéé communiqua 94 degrés de chaleur à son Thermomètre (*f*). Le Docteur Martine nous apprend (*g*), que dans l'Etuve d'Edimbourg l'on respire sans peine plusieurs heures de suite, quoique le Thermomètre y soit à 100 degrés, & que l'endroit soit resserré. La cha-

94. Elementa Chemiæ, *Tom.* I. *pag.* 192. Voyez encore sur cela les *pages* 213, 274, 414, 415, 526, 553.

(*a*) Transact. Phil. n. 270, art. 8. an. 1701.
(*b*) Ibid. n. 352, art. 8. an. 1724.
(*c*) Ibid. an. 1731.
(*d*) Tentam. Acad. del Cim. Add. p. 40.
(*e*) Transact. Phil. an. 1732, n. 425, art. 2.
(*f*) Essai de Physique, pag. 483.
(*g*) De Animalium calore, Cap. I, pag. 145.

chaleur du corps eſt donc plus grande que ne le croyoit Mr. Boerhave; & l'Air que nous reſpirons peut aquerir impunément un degré de chaleur beaucoup plus conſidérable que celui qu'il a fixé.

Comment l'Air devient mal-ſain.

D. Puiſque l'Air ne change pas de nature, comment peut-il devenir mal-ſain, quoiqu'il ne ſoit ni trop chaud, ni trop froid?

R. Il n'eſt pas proprement mal-ſain par lui-même, il ne le devient que par les mauvaiſes exhalaiſons dont il eſt chargé, & qu'il porte dans le corps par le moyen de la reſpiration.

Moyens de purifier l'Air.

D. Comment peut-on ſe précautionner contre le mauvais Air?

R. Il n'eſt guère poſſible de purifier l'Air, lorſqu'une grande partie de l'Atmoſphère, toute une Contrée, par exemple, eſt infectée de vapeurs nuiſibles ou peſtilentielles. Mais on peut par divers moyens remédier à cette infection, lorsqu'elle n'eſt répandue que dans une maiſon, dans une chambre, ou dans un vaiſſeau.

Mr. Deſaguliers a inventé une Machine pour changer, en peu de tems, l'Air de la chambre d'un Malade, en faiſant ſortir de ce lieu le mauvais Air, ou en y introduiſant de l'Air nouveau, ou bien en faiſant l'un & l'autre ſucceſſivement, ſans ouvrir pour cela les portes ou les fenêtres (*a*). Mr. Ragnes de Montpellier a auſſi inventé un Souflet, dont la conſtruction eſt preſque la même que celle du Souflet de Mr.

(*a*) Transact. Philoſ. pour les mois d'Avril, Mai & Juin 1735.

Mr. Desaguliers; & sur les épreuves que l'Académie des Sciences de Paris en a faites, elle a jugé qu'il peut être utile pour les Fourneaux à fonderies, pour les Forges, & pour d'autres usages (*a*). Nous avons aussi des Machines de nouvelle invention, & très commodes, pour purifier l'Air des Vaisseaux, qui, dans les voyages de long cours, se corrompt, & fait souvent périr la plus grande partie de l'Equipage.

Elasticité de l'Air.

D. L'Air est-il élastique?

R. Il l'est extrêmement, comme nous le prouverons dans le Chapitre suivant par plusieurs expériences. Donne-t-on issue à l'Air séringué & comprimé dans les Armes à vent, il se dilate par la force de son ressort, & chasse une bale presque avec autant de force que feroit la poudre à canon. C'est par sa force élastique qu'il se raréfie, lorsqu'il trouve plus d'espace qu'il n'en avoit; ensorte que l'on démontre que l'Air, tel que nous le respirons, étant déchargé de tout poids, occuperoit quatre mille fois plus de place, & en pourroit occuper soixante fois moins (*b*). C'est par cette force de ressort que dans la Machine du Vuide l'on fait sortir presque tout l'Air qui est dans un Vase. C'est par cette même force qu'une Vessie pleine d'Air rebondit comme une bale de tripot, & que lorsqu'on a ouvert un Tuyau, par lequel on a séringué de l'eau dans une phiole pleine d'Air, elle en sort avec

(*a*) Voyez le Recueil des Machines approuvées par l'Académie Roy. des Scienc. Tom. V, 1728, n. 306, pag. 41.

(*b*) Journal de Trevoux, an. 1702, pag. 66.

avec violence. C'eſt encore par cette force de l'Air, augmentée par la chaleur lorſqu'il eſt renfermé, qu'on lui fait ſoutenir plus de 28 pouces de Mercure, & plus de 32 pieds d'eau (*a*). Enfin, c'eſt par ſa vertu élaſtique que plus il eſt chargé, plus il fait effort pour ſe dilater lorſqu'il eſt échaufé, & que dans les entrailles de la Terre, où il eſt plus comprimé que ſur ſa ſurface, les fermentations doivent lui faire produire des tremblemens de terre, c'eſt-à-dire des effets aſſez ſemblables à ceux d'une Mine qui a pris feu (*b*).

Mouvement ondulatoire de l'Air.

D. Par quelle ſorte de mouvement l'Air eſt-il agité?

R. Par un mouvement ondulatoire.

Comment il ſe fait.

D. Comment ſe fait ce mouvement?

R. De quelque manière que l'Air ſoit agité, les particules qui ſont miſes en mouvement, en quittant leurs places, obligent les particules voiſines à occuper un plus petit eſpace; & l'Air, par cela même qu'il eſt dilaté dans un endroit, eſt comprimé dans l'endroit voiſin. L'Air comprimé, devenant plus élaſtique, ſe dilate de nouveau, & même plus qu'il ne l'étoit auparavant, les particules qui le compoſent, s'éloignant l'une de l'autre, par le mouvement aquis, à une plus grande diſtance que celle qui les

(*a*) Voyez la manière d'élever l'Eau par la force du Feu, par Mr. Papin, Caſſel 1707.

(*b*) *Vis fera Ventorum cæcis incluſa cavernis*
Expirare aliquâ cupiens, luctataque fruſtra
Liberiore frui cœlo: cum carcere rima
Nulla foret toto, nec pervia flatibus eſſet,
Extentam tumefacit humum, ceu ſpiritus oris
Tendere veſicam ſolet. Ovid. Metam. L. XV.

les féparoit au commencement. L'Air, dilaté par ce mouvement, revient à fon prémier état, & eft comprimé enfuite dans un fens contraire. Cette compreffion produit de nouveau un mouvement de dilatation, & ainfi de fuite. Il naît donc de cette agitation, quelle qu'elle foit, un mouvement analogue à celui d'une Onde fur la fuperficie de l'eau; & delà vient qu'on appelle cette portion d'Air comprimé, avec l'Air dilaté qui le fuit, une Onde d'Air. L'Air comprimé fe dilate de tous côtés, & le mouvement d'une Onde eft le même que celui d'une Sphère, qui s'étend de toutes parts, précifément comme une Onde qui s'étend en cercle fur la fuperficie de l'eau (*a*).

D. L'Air demeure-t-il toujours fluïde? L'Air toujours fluïde.

R. Soit qu'on le comprime, ou qu'il foit expofé au plus grand froid, il conferve toujours fa fluïdité.

D. Eft-il pefant? Sa péfanteur.

R. Il l'eft extraordinairement. Il comprime fortement tous les Corps fur lesquels il repofe, & les pouffe avec force en enbas.

D. Quelle eft fa péfanteur fpécifique?

R. Elle n'eft pas toujours la même; mais elle eft à celle de l'eau comme 1 à 606, & delà jufqu'à 1000.

D. Avec quelle force l'Air de notre Atmofphère comprime-t-il les Corps de notre Globe? Preffion de l'Atmosphère.

R. Avec autant de force que fi une Mer d'eau

(*a*) Voyez fur cela 's Gravefande, *Elémens de Phyfique*, Tom. II, pag. 51, & fuiv.

d'eau fe trouvoit répandue au-deffus de la Terre à la hauteur de $33\frac{5}{6}$ pieds.

Si l'Air agit en tous fens.

D. Agit-il par fa péfanteur en tous fens?

R. Oui; car il preffe en en-haut, en en-bas, latéralement, en devant, en arrière, obliquement. Delà vient que les Corps les plus tendres, qui font tout entourés d'Air, fe confervent en entier, parce qu'ils font également comprimés de tous côtés. Delà vient auffi que nous ne fentons prefque pas le poids de l'Atmofphère, parce que l'Air nous environne & nous preffe de toutes parts. Mr. Mariotte a démontré que la preffion latérale de l'Air eft égale à la perpendiculaire. L'air renfermé dans notre Corps fe porte en-dehors pour contrebalancer celui de l'Atmofphère.

Caufes de la péfanteur de l'Atmofphère.

D. Quelles font les caufes qui rendent l'Atmofphère plus pefant?

R. 1. Certains Vents, comme le Vent de Nord; car ce Vent, en rendant l'Air plus froid, le condenfe, & diminue fon élafticité. L'Atmofphère condenfé defcend plus bas, preffe davantage, & a moins de force centrifuge. Il eft démontré d'ailleurs que les Corps font d'autant plus pefans, qu'ils font plus proches du centre de la Terre. 2. Lorfque l'Atmofphère fe trouve chargé d'une grande quantité de vapeurs & d'exhalaifons, il devient plus pefant; ce qui arrive plus fréquemment en Eté qu'en hiver, parce que la chaleur fait fortir de la Terre une plus grande quantité d'exhalaifons.

Son poids.

D. Sait-on quel eft le poids de tout l'Atmofphère?

R. En fuppofant qu'une colonne d'Air d'un

d'un pied en quarré, depuis la ſurface de la Terre juſqu'à l'extrémité de l'Atmoſphère, peſe 2300 livres, & qu'un degré d'un grand Cercle de la Terre eſt de 57060 toiſes, ou de 25 lieues de 13695 pieds; l'on pourra déterminer le poids de tout l'Atmoſphère.

Pourquoi l'Atmoſphère plus léger ſous l'Equateur que ſous les Poles.

D. Pourquoi l'Atmoſphère eſt-il plus léger ſous l'Equateur que ſous les Poles?

R. Parce que la force centrifuge eſt plus grande ſous l'Equateur que ſous les Poles. Cette force centrifuge fait élever l'Air plus haut ſous l'Equateur, & le rend par-là moins peſant.

Quel eſt l'Air le plus libre.

D. Quel eſt l'Air le plus libre, le plus dégagé, le moins condenſé?

R. C'eſt celui qui ſe trouve dans la partie ſupérieure de l'Atmophère, parce qu'il n'a rien en cet endroit qui le retienne. L'Air inférieur eſt preſſé par celui-d'enhaut, & par conſéquent plus condenſé & réduit en un plus petit volume.

Hauteur de l'Atmoſphère.

D. Peut-on déterminer la véritable hauteur de notre Atmoſphère?

R. La choſe eſt très difficile, parce qu'on ne ſauroit ſavoir préciſément combien l'Air, qui eſt entierement libre, peut ſe dilater. D'ailleurs cette hauteur n'eſt pas la même dans chaque Païs, puiſque la figure de l'Atmoſphère eſt ovale. Un grand froid, en condenſant l'Air, fait auſſi baiſſer l'Atmoſphère. Newton a ſupputé que l'Air, à la hauteur de 7 mille d'Angleterre, eſt quatre fois plus rare que ſur la ſurface de la Terre, & que cette raréfaction eſt 16 fois plus grande à la hauteur de 14 milles. Suivant Mr. Halley, la hauteur de l'Atmoſphère eſt d'environ 45 milles d'Angleterre; mais ſui-

vant

vant Mr. de la Hire, elle eſt de 51 milles. Tout cela eſt aſſez incertain. Cependant, ſi l'on ſuppoſe que la hauteur de l'Atmoſphère ſoit de 51 milles, alors l'Air, qui ſe trouve à cette hauteur, doit être 4000 fois plus rare que ſur la ſurface de la Terre.

En ſuppoſant que la hauteur du Mercure eſt toujours au rivage de la Mer, de 28 pouces, ou de 336 lignes: 61 toiſes plus haut, de 335 lignes: & 62 toiſes plus haut, de 334 lignes; l'on pourra conclure que l'Atmoſphère à 12796 toiſes, ou ſix lieues & demi de hauteur depuis la ſurface de la Mer (*a*). Mais comme l'Air eſt beaucoup plus denſe vers les Poles, & plus rare ſous l'Equateur, cette règle n'eſt bonne que pour les lieux qui ſont à peu-près ſous le même parallèle que la France (*b*). Si l'on met l'Aurore Boréale au nombre des Météores, il ne faut plus penſer à fixer la hauteur de l'Atmoſphère (*c*).

Force & péſanteur de l'Air.

D. Y a-t-il des expériences qui prouvent la force & la péſanteur de l'Air?

R. Il y en a un grand nombre.

D. N'en fait-on pas quelques-unes à l'aide de la Machine du Vuide.

R. Oui; & en voici une aſſez curieuſe. Ajuſtez ſur le trou de la Platine, l'orifice d'une Bouteille plate & cliſſée; pompez l'air de cette Bouteille, & elle ſe caſſera tout d'abord. Selon les règles de la Phyſique, la Bouteille doit ſe caſſer, parce que les

(*a*) Mém. de l'Acad. des Scienc. an. 1703.

(*b*) Hiſt. de l'Acad. an. 1712.

(*c*) Voyez l'Hypothèſe de Mr. Halley ſur l'Aurore Boréale & ſur la cauſe de la variation de la Bouſſole. Tranſact. Philoſ. n. 148. & 195.

les deux côtés font pouffés l'un vers l'autre par deux colonnes d'Air; force à laquelle ils ne fauroient réfifter, à moins qu'ils ne foient foutenus par une force intérieure égale à la force qui les pouffe: ils ne font point foutenus de la forte, puifqu'on a pompé l'Air de la Bouteille.

D. Mais pourquoi le Récipient ne fe brife-t-il point, lorfqu'on en pompe l'Air?

R. Parce que fes parties difpofées en forme de voute, & appuiées les unes fur les autres, font à l'épreuve de la péfanteur de l'Air extérieur. Mais vous effaierez envain de féparer perpendiculairement le Récipient de la Machine; l'action de la péfanteur de l'Air, répandue en tous fens, les tient attachés.

Faits qui prouvent fon reffort.

D. Ces faits prouvent effectivement la péfanteur de l'Air, y en a-t-il auffi pour prouver fon reffort?

R. En voici un. Mettez fous un Récipient une Pomme vieille & ridée, une Veffie flafque, dont le cou foit bien lié; pompez l'Air, & vous verrez la Veffie s'enfler, & la Pomme fe dérider. Il eft facile de rendre raifon de ce phénomène. L'Air, qui fe trouve dans la Pomme & dans la Veffie, n'étant plus comprimé par l'Air extérieur, fe dilate, & par fa dilatation enfle la Veffie & fait dérider la Pomme. Laiffez rentrer l'Air, la Veffie enflée fe desenflera, & la Pomme reprendra fes rides.

Caufes de certaines bulles d'Air.

D. Pourquoi, lorfqu'on met un verre de Bière fous un petit Récipient, dont on pompe l'Air, voit-on des milliers de petites bulles monter & la Bière écumer?

R. Parce qu'étant alors délivrées de la pres-

pression de l'Air extérieur, elles se dilatent, elles s'enflent, deviennent plus légères, & sont forcées de monter par la pésanteur de la Bière.

Pourquoi l'eau tiède bouillonne.

D. Pourquoi l'eau tiède bouillonne-t-elle plutôt que l'eau froide?

R. C'est que les parties de l'eau tiède, agitées, divisées par l'action de la chaleur, laissent aux particules d'Air, déja un peu échauffées & dilatées, des issues plus libres pour se dégager.

Cause de l'augmentation du volume des bulles d'Air.

D. Pourquoi les bulles d'Air augmentent-elles de volume, à mesure qu'elles approchent de la surface?

R. Parce qu'à mesure qu'elles montent, ayant un moindre poids à soutenir, elles se dilatent.

Pourquoi l'Air plus resserré dans l'eau.

D. L'Air a-t-il le même volume dans l'eau que hors de l'eau?

R. Il est plus resserré dans l'eau, parce qu'il s'y trouve chargé d'un plus grand poids. Selon les principes de Mr. Mariote, l'Air peut être dilaté plus de quatre mille fois davantage qu'il ne l'est dans les liqueurs & près de la Terre.

FIN DU TOME I.







